Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

16+

ВЕСТНИК ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ВЕСТНИК ВГУИТ

2019, Том. 81, № 2

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В 1938 ГОДУ
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

Воронеж
2019

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education

«VORONEZH STATE UNIVERSITY
OF ENGINEERING TECHNOLOGIES»

PROCEEDINGS OF THE VORONEZH STATE UNIVERSITY OF ENGINEERING TECHNOLOGIES

Proceedings of VSUET

2019, Vol. 81, No. 2

SCIENTIFIC AND THEORETICAL JOURNAL

FOUNDED IN 1938
COMES 4 TIMES PER YEAR

Voronezh
2019

Журнал включен в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства науки и высшего образования Российской Федерации для опубликования диссертационных исследований

Письмо о Перечне рецензируемых научных изданий от 28.12.2018 г. (https://goo-gl.ru/4XHR)

Материалы журнала размещаются в
БД РИНЦ, **БД AGRIS**– выборочно, **ЭБС Лань**, **ЭБС IPRbooks, ЭБ КиберЛенинка**, **БД ВИНИТИ РАН, НИС Соционет, БД Directory of Open Access Journals (DOAJ), БД Open Access scholarly Resources (ROAD), The European Library (TEL), БД AcademicKeys**, **Research Bible**, **БД EBSCO Publishing, Academic Keys**

В журнале представлены статьи по следующим научным специальностям:
05.18.00 – Технология продовольственных товаров;
05.17.00 – Химическая технология;
08.00.00 – Экономические науки

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Председатель (Главный редактор):
ПОПОВ ВАСИЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор биологических наук, профессор, профессор РАН, врио ректора, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

Заместители председателя (Зам. главного редактора):
КОРНЕЕВА ОЛЬГА СЕРГЕЕВНА доктор биологических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, проректор по научной и инновационной деятельности, зав. кафедрой биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ РУБРИК

Процессы и аппараты пищевых производств

ОСТРИКОВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)
АЛЕКСЕЕВ ГЕННАДИЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. (г. Санкт-Петербург, Россия)
АНТИПОВ СЕРГЕЙ ТИХОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный изобретатель РФ, советник при ректорате по науке, зав. кафедрой машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)
АХМЕДОВ МАГОМЕД ЭМИНОВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой товароведения и экспертизы, Дагестанский государственный технический университет (Махачкала, Россия)
БРЕДИХИН СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ доктор технических наук, профессор, кафедра процессы и аппараты перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (Москва, Россия)
ВАСИЛЕНКО ВИТАЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор техни-ческих наук, профессор, профессор кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, декан технологического факультета, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)
ВИНЧЕНЦО СТОРНЕЛЛИ профессор, профессор кафедры электроники, Университет Л'Акуила (Аквила, Италия)
ДРАННИКОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ доктор технических наук, доцент, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств, декан факультета пищевых машин и автоматов, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)
МАКСИМЕНКО ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе и инновациям, заместитель заведующего кафедры технологические машины и оборудование, Астраханский государственный технический университет (Астрахань, Россия)
ПАНФИЛОВ ВИКТОР АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, Россия)
ПРЕЙС ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологические системы пищевых, полиграфических и упаковочных производств Тульский государственный университет, Политехнический институт, (Тула, Россия)
ЧЕРТОВ ЕВГЕНИЙ ДМИТРИЕВИЧ доктор технических наук, профессор, советник при ректорате, зав. кафедрой технической механики, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)
ШЕВЦОВ АЛЕКСАНДР АНАТОЛЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель РФ, профессор кафедры общепрофессиональных дисциплин, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (Воронеж, Россия)

Пищевая биотехнология

АНТИПОВА ЛЮДМИЛА ВАСИЛЬЕВНА (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

АГАФОНОВ ГЕННАДИЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ доктор техни-ческих наук, профессор, зав. кафедрой технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

АКСЕНОВА ЛАРИСА МИХАЙЛОВНА доктор технических наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник ВНИИ кондитерской промышленности (Москва, Россия)

ВИКТОРОВА ЕЛЕНА ПАВЛОВНА доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной и инновационной деятельности Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (Краснодар, Россия)

ГОЛУБЕВА ЛЮБОВЬ ВЛАДИМИРОВНА доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ДОНЧЕНКО ЛЮДМИЛА ВЛАДИМИРОВНА доктор технических наук, профессор, профессор ВАК, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (Краснодар, Россия)

ИЗТАЕВ АУЕЛБЕК доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, директор НИИ пищевых технологий, Алматинский Технологический Университет (Алматы, Казахстан)

КУЛЬНЕВА НАДЕЖДА ГРИГОРЬЕВНА доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ЛИСИЦЫН АНДРЕЙ БОРИСОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии РФ, директор ФГБНУ "ВНИИМП им. В.М. Горбатова" (Москва, Россия)

МАГОМЕДОВ ГАЗИБЕГ ОМАРОВИЧ доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, зав. кафедрой технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ПЕТРОВ АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор ФГБНУ ВНИИ Технологии консервирования (Видное, Московская обл., Россия)

ПОЛЯКОВ ВИКТОР АНТОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор ФГБУН ВНИИ Пищевой биотехнологии (Москва, Россия)

РОДИОНОВА НАТАЛЬЯ СЕРГЕЕВНА доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой сервиса и ресторанного бизнеса, декан факультета экономики и управления, Воронежский государ-ственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ХАТКО ЗУРЕТ НУРБИЕВНА доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Майкопский государственный технологический университе, (Майкоп, Россия)

Химическая технология

КАРМАНОВА ОЛЬГА ВИКТОРОВНА (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

БИТЮКОВ ВИТАЛИЙ КСЕНОФОНТОВИЧ доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, советник при ректоратепрофессор кафедры информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ВАНИЕВ МАРАТ АБДУРАХМАНОВИЧ доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой химия и технология переработки эластомеров, Волгоградский государственный технический университет, кафедра химия и технология переработки эластомеров (Волгоград, Россия)

ДОРМЕКШИН ОЛЕГ БОРИСОВИЧ доктор технических наук, профессор, лауреат Премии Национальной академии наук Беларуси, отличник народного образования Республики Беларусь, проректор по научной работе, зав. кафедрой технологии неорганических веществ и общей химической технологии, Учреждение образования "Белорусский государ-ственный технологический университет" (Минск, Беларусь)

КУЧМЕНКО ТАТЬЯНА АНАТОЛЬЕВНА доктор химических наук, профессор, профессор РАН, зав. кафедрой физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ЛЮСОВА ЛЮДМИЛА РОМУАЛЬДОВНА доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой химии и технологии переработки эластомеров имени Ф.Ф. Кошелева, Московский технологический университет МИРЭА, Московский государственный университет тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

МОКШИНА НАДЕЖДА ЯКОВЛЕВНА доктор химических наук, доцент, доцент кафедры физики и химии, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (Воронеж, Россия)

НИКУЛИН СЕРГЕЙ САВВОВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ПРОКОПЧУК НИКОЛАЙ РОМАНОВИЧ доктор химических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, зав. кафедрой технологии нефтехимического синтеза и переработки полимеров, Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (Минск, Беларусь)

ПУГАЧЕВА ИННА НИКОЛАЕВНА доктор технических наук, доцент, профессор кафедры инженерной экологии, декан факультета экологии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

СУХАНОВ ПАВЕЛ ТИХОНОВИЧ доктор химических наук, профессор, проректор по учебной работе, профессор кафедры физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ФРАНЧЕСКО ВЕЛЬО профессор, профессор кафедры теории развития химических процессов, Университет Л'Акуила (Аквила, Италия)

Экономика и управление

ХОРЕВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ (гл. ред.) доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

БАЛЫХИН МИХАИЛ ГРИГОРЬЕВИЧ доктор экономических наук, доцент, и.о. ректора, Московский государственный университет пищевых производств (Москва, Россия)

БЕЛЯЕВА ГАЛИНА ВИКТОРОВНА доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой бухгалтерского учета и бюджетирования, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

БОГОМОЛОВА ИРИНА ПЕТРОВНА доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ВОРОНИН ВАЛЕРИЙ ПАВЛОВИЧ доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры теории экономики, товароведения и торговли, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ЗАКШЕВСКИЙ ВАСИЛИЙ ГЕОРГИЕВИЧ доктор экономических наук, профессор, академик РАН, почетный работник агропромышленного комплекса России, директор ФГБУ НИИЭОАПК ЦЧР России (Воронеж, Россия)

МЕРЗЛИКИНА ГАЛИНА СТЕПАНОВНА доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономики и управления, Волгоградский государственный технический университет (Волгоград, Россия)

МИТЯКОВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор физико-математичеких наук, профессор, директор института экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (Нижний Новгород, Россия)

МОРКОВИНА СВЕТЛАНА СЕРГЕЕВНА доктор экономических наук, профессор, проректор по науке и инновациям профессор кафедры Менеджмента и экономики предпринимательства, Кафедра экономики и финансов Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова (Воронеж, Россия)

САЛИКОВ ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

СИБИРСКАЯ ЕЛЕНА ВИКТОРОВНА доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры статистики, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Москва, Россия)

Официальный сайт «Вестник ВГУИТ» www.vestnik-vsuet.ru
Подписной индекс издания в агентстве "Роспечать" 70927

Ответственный секретарь: ДЕРКАНОСОВА А.А. (эл. почта: post@vestnik-vsuet.ru)

Учредитель: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-56830 от 29 января 2014 г.

Адрес университета, редакции, издательства и отдела полиграфии ФГБОУ ВО «ВГУИТ»
394036, Воронеж, пр. Революции д.19 ауд.11
тел./факс: (473) 255-37-16
E-mail: post@vestnik-vsuet.ru

Сдано в набор 12.06.2019. Подписано в печать 20.06.2019
Выход в свет: 28.06.2019
Формат 70×100 1/8.
Усл. печ. л. 51,4 Тираж 1500 экз. Заказ.
Цена – свободная.

© ФГБОУ ВО «Воронеж. гос. ун-т инж. технол.», 2019

The magazine is included in the list of publications recommended by the Higher Attestation Commission

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for the publication of dissertation research

Letter of the List of Peer-reviewed Scientific Publications from 28/12/2018. (https://goo-gl.ru/4XHR)

Journal materials are placed in

RSCI DB, AGRIS DB - selectively, EB Doe, EBR IPRbooks, EB CyberLenink, DB VINITI RAS, NIS Socionet, Directory of Open Access Journals (DOAJ) database, Open Access scholarly Resources (ROAD) database, The European Library (TEL), AcademicKeys database, Research Bible, EBSCO Publishing database, Academic Keys

The journal presents articles on the following scientific specialties:

05.18.00 – Food Technology;
05.17.00 – Chemical Technology;
08.00.00 – Economics

EDITORIAL COUNCIL

Chairman (Editor-in-chief):

POPOV, VASILIY NIKOLAEVICH Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, Rector, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

Vice-chairman (Deputy Chief Editor):

KORNEEVA, OLGA SERGEEVNA Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Worker of Higher School of Russia, Vice Rector for scientific and innovative activity, Head of the Department of Biochemistry and Biotechnology, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

EDITORIAL TEAM

Processes and devices for food production

OSTRIKOV, ALEKSANDR NIKOLAEVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, Head of Department Technology of fats, processes and equipment of chemical and food production, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

ALEKSEEV, GENNADY VALENTINOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of Fats, Processes and Apparatuses for Chemical and Food Production, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics. (Saint-Petersburg, Russia)

ANTIPOV, SERGEY TIKHONOVICH Doctor of Technical Sciences, professor, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, honored inventor of the Russian Federation, Advisor to the administration of science, Head of the Department of machines and equipment for the food industry, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia)

AHMEDOV, MAGOMED EMINOVICH doctor of technical sciences, professor, head. Department of Commodity Science and Expertise, Dagestan State Technical University (Makhachkala, Russia)

BREDIKHIN, SERGEY ALEKSEEVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Processes and Apparatuses of Processing Industries, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after them. K.A. Timiryazev (Moscow, Russia)

VASILENKO, VITALII NIKOLAEVICH Doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Fats technology, processes and apparatuses of chemical and food industries, the Dean of the Technology Faculty, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

VINCENZO STORNELLI Professor, Professor of the Department of Electronics, University of L'Aquila (L'Aquila, Italy**)**

DRANNIKOV, ALEKSEJ VIKTOROVICH Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Machines and Apparatuses of Food Production, Dean of the Faculty of Food Machines and Automata, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

MAKSIMENKO, YURI ALEKSANDROVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research and Innovation, Deputy Head of the Department of Technological Machines and Equipment, Astrakhan State Technical University (Astrakhan, Russia)

PANFILOV, VIKTOR ALEKSANDROVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of RAS, Honored Worker of Science of the Russian Federation, Honored Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Professor of the Department Processes and Apparatuses of Processing Industries, Russian State Agrarian University -Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev (Moscow, Russia)

PRICE, VLADIMIR VIKTOROVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technological Systems of Food, Printing and Packaging Production Tula State University, Polytechnic Institute, (Tula, Russia)

CHERTOV, EVGENY DMITRIEVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Advisor to the administration, Head of the Department of Technical Mechanics, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia)

SHEVTCOV, ALEKSANDR ANATOLEVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of the Russian Federation, Professor of General Professional Disciplines, Air Force Academy named after Prof. N. E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh, Russia)

Food biotechnology

ANTIPOVA, LIUDMILA VASILEVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor of the Department of technology of animal origin products, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

AGAFONOV, GENNADII VIACHESLAVOVICH Doctor of Technical Sciences, prof., Head of the Department of Technology of fermentation and sugar industries, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

AKSENOVA, LARISA MIKHAILOVNA Doctor of Technical Sciences, professor, Academician-secretary of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Chief research officer at the Research Institute of Confectionery Industry (Moscow, Russia)

VICTOROVA, ELENA PAVLOVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific and Innovation Activities North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Wine, Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products (Krasnodar, Russia)

GOLUBEVA, LIUBOV VLADIMIROVNA doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of the Higher School of Russia, Professor of the Department of technology of animal origin products, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

DONCHENKO, LYUDMILA VLADIMIROVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of VAK, Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Production, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina (Krasnodar, Russia)

IZTAEV AUELBEK Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of bakeries and processing industries, director of the Research Institute of Food Technologies, Almaty Technological University (Almaty, Kazakhstan)

KULNEVA, NADEZHDA GRIGOREVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of fermentation and sugar industries, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

LISITSYN, ANDREI BORISOVICH Doctor Of Technical Sciences, Professor, Academician Of The Russian Academy Of Sciences, Laureate Of The State Prize Of The Russian Federation, Director Of The All-Russian Research Institute Of Meat Industry Named After V. M. Gorbatov. (Moscow, Russia)

MAGOMEDOV, GAZIBEG OMAROVICH doctor of Technical Sciences, prof., Honored Worker of Higher Professional Education of the Russia, Head of the Department of Technology of bakery, confectionery, pasta and grain-processing industries, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

PETROV, ANREJ NIKOLAEVICH Doctor of Technical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the All-Russian Scientific Research Institute of Preserving Technology (Vidnoe, Moscow Region, Russia)

POLYAKOV, VIKTOR ANTONOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the All-Russian Research Institute of Food Biotechnology (Moscow, Russia)

RODIONOVA, NATALIA SERGEEVNA Doctor of Technical Science, Prof., Head of the Department of service and restaurant business, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

KHATKO, ZURET NURBIEVNA Doctor of Technical Sciences, associate professor, Head of the department of manufacturing technology and processing of agricultural products, Maikop State Technological University (Maikop, Russia)

Chemical Technology

KARMANOVA, OLGA VIKTOROVNA doctor of Technical Sciences, prof., Head of the Department of Chemistry and Chemical Technology of organic compounds and Polymers processing, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

BITIUKOV, VITALII KSENOFONTOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, Advisor to the administration, Professor of the Department of Information and Control Systems, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

VANIEV, MARAT ABDURAKHMANOVICH Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head. Department of Chemistry and Technology of Elastomer Processing, Volgograd State Technical University, Department of Chemistry and Technology of Elastomer Processing (Volgograd, Russia)

DORMEKSHIN, OLEG BORISOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Laureate of the National Academy of Sciences of Belarus, Excellence in Public Education of the Republic of Belarus, Vice Rector for Research, head of the department of technology of inorganic substances and general chemical technology, Educational Establishment "Belarusian State Technological University" (Minsk, Belarus)

KUCHMENKO, TATIANA ANATOLEVNA doctor of Chemical Sciences, Prof., Head of the Department of Physical and Analytical Chemistry, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

LYUSOVA, LYUDMILA ROMUALDOVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. Department of Chemistry and Technology of Elastomers Processing named after F.F. Kosheleva, Moscow Technological University MIREA, Moscow State University of Fine Chemical Technologies. M.V. Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

MOKSHINA, NADEZHDA IAKOVLEVNA doctor of Chemical Sciences, associate professor, Associate professor of the Department of Physics and Chemistry, Air Force Academy named after Prof. N. E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh, Russia)

NIKULIN, SERGEI SAVVOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Technology of Organic Synthesis and macromolecular compounds, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

PROKOPCHUK, NIKOLAI ROMANOVICH Doctor of Chemical Sciences, Professor corresponding member of National Academy of Sciences of Belarus, Head of the department of Technology of petrochemical synthesis and polymers processing, Educational Establishment "Belarusian State Technological University" (Minsk, Belarus)

PUGACHEVA, INNA NIKOLAEVNA doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Environmental Engineering, Dean of the Faculty of Ecology and Chemical Technology, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

SUKHANOV, PAVEL TIKHONOVICH doctor of Chemical Sciences, Professor, Vice-Rector for Academic Affairs; Professor of the Department of Physical and Analytical Chemistry, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

FRANCESCO VEGLIO Professor, Professor of the Department of Theory of Chemical Processes development, University of L'Aquila, (L'Aquila, Italy)

Economics and Management

KHOREV, ALEKSANDR IVANOVICH Doctor of Economic Science, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of economic security and financial monitoring, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

BALYKHIN, MIKHAIL GRIGORYEVICH doctor of economic sciences, associate professor, acting. Rector, Moscow State University of Food Production (Moscow, Russia)

BELIAEVA, GALINA VIKTOROVNA Doctor of Economic Science, Professor, Head of the Department of Accounting and budgeting, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

BOGOMOLOVA, IRINA PETROVNA Doctor of Economic Science, Professor, Head of the Department of management, organization of manufacture and branch economy, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

VORONIN, VALERII PAVLOVICH Doctor of Economic Science, Professor, Professor of the Department of Economics Theory, commodity research and commerce, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

ZAKSHEVSKY, VASILY GEORGIEVICH Doctor of Economics, Professor, Academician of the RAS, Honorary Worker of the Russian Agroindustrial Complex, Director of the "Research Institute of Economics and Organization of the Agro-Industrial Complex of the Central Black Earth Region of the Russian Federation" (Voronezh, Russia)

MERZLIKINA, GALINA STEPANOVNA Doctor of economic sciences, professor, head. Department of Economics and Management, Volgograd State Technical University (Volgograd, Russia)

MITYAKOV, SERGEY NIKOLAEVICH Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Director of the Institute of Economics and Management, Nizhny Novgorod State Technical University them. R.E. Alekseeva (Nizhny Novgorod, Russia)

MORKOVINA, SVETLANA SERGEYEVNA Doctor of Economics, Professor, Vice-Rector for Science and Innovations, Professor of the Department of Management and Economics of Entrepreneurship, Department of Economics and Finance Voronezh State Forestry University. G.F. Morozova (Voronezh, Russia)

SALIKOV, IURII ALEKSANDROVICH Doctor of Economic Science, Professor, Professor of the Department of economic security and financial monitoring, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

SIBIRSKAYA, ELENA VIKTOROVNA Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Statistics, Russian Economic University. G.V. Plekhanov (Moscow, Russia)

Official site: www.vestnik-vsuet.ru
Subscription index of the publication in the Rospechat agency 70927

Executive Secretary:DERKANOSOVA A.A. (email post office: post@vestnik-vsuet.ru)

Founder: Voronezh State University of Engineering Technologies

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications: Certificate of Registration ПИ № ФС77-56830 January 29, 2014

Address of the university, editorial office, publishing house and printing department of FSBEI HE "VGUIT"
394036, Voronezh, pr. Revolution 19, room 11
tel / fax: (473) 255-37-16
E-mail: post@vestnik-vsuet.ru

Put in set 12.06.2019. Signed to print 20.06.2019
The publication: 28.06.2019
Format 70×100 1/8.
Conditional Print l. 51,4 Circulation 1500 copies.
Price - Free.

© FSBEI HE
"Voronezh State University
of Engineering
Technologies ", 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Остриков А.Н., Фролова Л.Н, Александров А.И., Посметьев В.В. Иммитационная математическая модель процесса смешивания сыпучих компонентов в смесителе **13**

Жуков В.Г., Лукин Н.Д., Чесноков В.М. Представление трех безразмерных геометрических характеристик пищевых пористых систем в форме статистических функций **22**

Михайлова О.В., Белова М.В., Коробков А.Н., Новикова Г.В. Разработка установки для шелушения рапса в электромагнитном поле сверхвысокой частоты **27**

Шевцов А.А., Тертычная Т.Н., Ткач В.В., Сердюкова Н.А. Энергосберегающая технология выделения белоксодержащих фракций из масличных семян с применением пароэжекторного теплового насоса **35**

Родионов Д.А., Лазарев С.И., Полянский К.К., Эккерт Е.В. Ультрафильтрационное концентрирование молочной сыворотки на пилотной установке трубчатого типа **41**

Попов Е.С., Пожидаева Е.А., Певцова Е.С., Соколова А.В., Колмакова А.С. Применение методов математического моделирования в оптимизационном проектировании технологических процессов производства пищевых продуктов **47**

Исламова О.В., Токов А.З., Атаева Ф.А. Энергоэффективность – важнейший показатель качества пищевых измельчителей **56**

Дранников А.В., Шахов С.В., Ерофеевская М.О., Суханов П.М., Бубнов А.Р. Определение и использование рациональных параметров процесса сушки свекловичного жома при создании барабанной сушилки с комбинированным энергоподводом **63**

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Клычкова М.В., Кичко Ю.С., Романко М.Д., Мирошникова Е.П. Разработка новых видов рубленых полуфабрикатов **70**

Тамахина А.Я., Дзахмишева И.Ш. Обоснование анатомо-морфологических критериев идентификации и качества продовольственных товаров растительного происхождения **76**

Кочетов В.К., Агеева Н.В. Практическое применение принципа прослеживаемости **84**

Долматова О.И., Пальчикова И.С. Технология кисломолочного напитка с апельсиновым сиропом **92**

Кичко Ю.С., Клычкова М.В., Романко М.Д. Разработка технологии сырокопченой колбасы «Салями Супер» методом термического воздействия **97**

Урубков С.А., Хованская С.С., Смирнов С.О. Исследование содержания основных макронутриентов в безглютеновых зерновых культурах и продуктах их переработки **102**

Науменко Н.В., Потороко И.Ю., Калинина И.В., Малинин А.В., Цатуров А.В. Совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения **108**

Калинина И.В., Потороко И.Ю., Науменко Н.В., Малинин А.В., Цатуров А.В., Фаткуллин Р.И. Исследование содержания флавоноидов в обогащенных хлебобулочных изделиях, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения **114**

Беляева Л.И., Остапенко А.В., Лабузова В.Н., Сысоева Т.И. Состояние пищевой системы диффузионного сока из инфицированной слизистым бактериозом сахарной свеклы при введении ферментных препаратов гликозидазного действия **119**

Плотникова И.В., Магомедов Г.О., Шевякова Т.А., Губковская В.В., Плотников В.Е. Шоколадные кексы улучшенного качества **125**

Хатко З.Н., Титов С.А., Ашинова А.А., Колодина Е.М. Влияние комбинирования пектиновых веществ на вязкость их водных растворов **133**

Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А. Влияние порошка плодов черноплодной рябины на потребительские свойства бисквитов **139**

Вековцев А.А., Тохириён Б., Слизовский Г.В., Позняковский В.М. Клинические испытания витаминно-минерального комплекса для лечения детей с травматологическим профилем **147**

Губаненко Г.А., Речкина Е.А., Наймушина Л.В., Маюрникова Л.А., Мацкевич И.В., Балябина Т.А. Технология переработки ростков пшеницы с получением порошка из выжимок с высоким содержанием биологически активных веществ **154**

Егорова М.И., Широких Е.В., Михалева И.С., Пузанова Л.Н. Методологические аспекты формирования системы методик контроля технологического потока производства сахара **162**

Каленик Т.К., Добрынина Е.В., Остапенко В.М., Тори Я., Хироми Ю. Исследование пигментов сине-зеленой водоросли спирулины платенсис для практического использования в технологиях кондитерских изделий **170**

Мошкин А.В., Васюкова А.Т., Алексеев А.Е. Сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками для дрожжевого теста **177**

Меледина Т.В., Давыденко С.Г., Аравина К.И., Головинская О.В., Амирова Э.Р., Новикова И.В. Применение цветов кудзу для снижения токсичности пива **184**

Лыткина Л.И., Шенцова Е.С., Переверзева С.А., Михайлов А.Г. Новая технология производства брикетированной кормовой добавки **191**

Гнучих Е.В., Шкидюк М.В., Миргородская А.Г., Матюхина Н.Н., Дон Т.А. Современные методы контроля никотиносодержащих продуктов **196**

Ливинский А.А., Саитова М.Э., Ливинская С.А. Изучение адсорбционных свойств гречневой муки методами Де- Нуи и тензиметрическим для прогнозирования ее технологических свойств **202**

Лыткина Л.И., Шенцова Е.С., Востроилов А.В., Курчаева Е.Е., Калашникова С.В., Максимов И.В. Влияние комбикормов, обогащенных пробиотическим комплексом А2, на продуктивные показатели кроликов **208**

Манжиева Б.С., Шарова Н.Ю. Исследование особенностей биосинтеза бета–глюканов в мицелиальной массе *Aspergillus niger* и в некондиционном зерне злаковых **218**

Богоносова И.А., Васюкова А.Т. Разработка овощной продукции профилактического назначения с белковыми обогатителями **223**

Шаймерденова Д.А., Чаканова Ж.М., Махамбетова А.А., Искакова Д.М., Есмамбетов А.А. Способы получения зерновых основ для продуктов питания **230**

Ульянова Л.В., Леднева В.С., Бурдина Н.С., Талыкова М.И., Иванникова А.С., Коломацкая В.В. Исследование эффективности дополнительного питания у больных с наследственным дефицитом ферментов **239**

Семенова Ж.А., Левшенко М.Т., Колоколова А.Ю., Илюхина Н. В., Курбанова М.Н. Установление тест-культуры для изучения воздействия ионизирующего излучения на условно-патогенную и патогенную микрофлору пищевых продуктов **245**

Хайруллин М.Ф., Коваль Е.А., Левицкая И.Ю., Гаджиев М.Г., Султонов Б.А. Разработка технологии приготовления полуфабрикатов из свинины с применением низкотемпературной обработки **250**

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Кайшева Н.Ш., Кайшев А.Ш., Микелов В.А., Гюльбякова Х.Н., Масловская Е.А. Химическое исследование бетаинов, выделенных из послеспиртовой барды **257**

Буракова Е.А., Бесперстова Г.С., Неверова М.А, Ткачев А.Г., Орлова Н.В., Дьячкова Т.П. Особенности получения катализатора синтеза углеродных нанотрубок **261**

Никулина А.В., Кучменко Т.А. Сорбционные свойства модификаторов пьезокварцевых резонаторов на основе 3d-элементов **268**

Молчанов В.П., Медков М.А. Разработка физико-химических основ технологии извлечения малозольного графита из высокоуглеродистых пород Цзямусы-Ханкайской провинции **273**

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Айвазлы Айхан Низами Научные исследования по совершенствованию коммерческих банков и применению инноваций **280**

Галимова И.И., Пасынкова О.М., Чайковская Л.Н. Оценка инвестиционной привлекательности Воронежской области **285**

Муравьева Н.Н., Талалаева Н.С. Оценка целевых значений индикаторов эффективности управления финансами на предприятиях малого и среднего бизнеса с учетом отраслевой и региональной специфики **290**

Богомолова И.П., Котарев А.В., Василенко И.Н.Тенденции и перспективы развития отрасли животноводства мясопродуктового подкомплекса в условиях ресурсосбережения и государственного управления **301**

Мерзликина Г.С. Экономическая эффективность «экологического здоровья» региона **312**

Гурина М.А., Румянцева Ю.В. Комплексные инструменты и методологии повышения качества в управлении конкурентоспособностью торгового предприятия **320**

Армашова-Тельник Г.С. Бережливое производство как фактор роста конкурентоспособности субъекта хозяйствования **336**

Калимуллин Л.В., Левченко Д.К., Смирнова Ю.Б., Тузикова Е.С. Опыт поддержки развития технологий накопления энергии в зарубежных странах **341**

Запорожцева Л.А., Масик А.В. Особенности организации инвестиционной деятельности в овощеводстве Воронежской области **352**

Шагеев Д.А., Чухонцева Т.А. Универсальная экспресс-методика оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера на предприятии **359**

Журавлев Ю.В., Куксова И.В., Губертов Е.А., Чуриков Л.И. Оценка инновационного развития Российской Федерации на основе индикаторов концепции и стратегии 2020 **377**

Падалкин В.Ю., Хорев А.И., Прыгунков А.М., Чуриков Л.И. Влияние налогового планирования на уровень экономической безопасности компании **383**

Саликов Ю.А., Михайлюк В.С. Методический подход к проведению терминологического анализа ключевых понятий экономической безопасности **387**

Саликов Ю.А., Логунова И.В., Каблашова И.В. Тенденции изменений в управлении человеческими ресурсами предприятия в условиях цифровой экономики **393**

CONTENTS

PROCESSES AND APPARATUSES OF FOOD ENGINEERING

Ostrikov A.N., Frolova L.N., Aleksandrov A.I., Posmetiev V.V. Simulation mathematical model of the mixing process of bulk components in the mixer **13**

Zhukov V.G., Lukin N.D., Chesnokov V.M. Presentation of three dimensional geometric characteristics of food porous systems in the form of statistical functions **22**

Mikhailova O.V., Belova M.V., Korobkov A.N., Novikova G.V. Development of a plant for peeling rapeseed in the electromagnetic field of ultrahigh frequency **27**

Shevtsov A.A., Tertychnaya T.N., Tkach V.V., Serdyukova N.A. Energy saving technology of allocation of protein-bearing fractions from oilseeds with use of the paroezhektorny thermal pump **35**

Rodionov D.A., Lazarev S.I., Polyansky K.K., Eckert E.V. Ultrafiltration concentration of whey in a pilot plant **41**

Popov E.S., Pozhidaeva E.A., Pevtsova E.S., Sokolova A.V., Kolmakova A.S. Application of methods of mathematical modeling in the optimization design of technological processes of food production **47**

Islamova O.V., Tokov A.Z., Ataeva F.A. Energy efficiency is the most important indicator of the quality of food grinders **56**

Drannikov A.V., Shakhov S.V., Erofeevskaya M.O., Sukhanov P.M., Bubnov A.R. Determination and use of rational parameters of the drying process of beet pulp when creating a drum dryer with a combined energy supply **63**

FOOD BIOTECHNOLOGY

Klychkova M.V., Kichko Yu.S., Romanko M.D., Miroshnikova E.P. New types of chopped semi-finished products development **70**

Tamakhina A.Ya., Dzakhmisheva I.Sh. Justification of anatomical- and morphological criteria for the plant origin food products identification and quality **76**

Kochetov V.K., Ageeva N.V. The practic application of traceability principles **84**

Dolmatova O.I., Palchikova I.S. Fermented milk drink technology with orange syrup **92**

Kichko Ju.S., Klychkova M.V., Romanko M.D. Development of technology of raw smoked sausage “Salami Super” by thermal exposure **97**

Urubkov S.A., Khovanskaya S.S., Smirnov S.O. Study of the content of the main macronutrients in gluten-free crops and products of their processing **102**

Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Kalinina I.V., Malinin A.V., Tsaturov A.V. Improving the production technology of bakery products obtained using ingredients of plant origin **108**

Kalinina I.V., Potoroko I.Yu., Naumenko N.N., Malinin A.V., Tsaturov A.V., Fatkullin R.I. Investigation of the content of flavonoids in fortified bakery products obtained using ingredients of plant origin **114**

Belyaeva L.I., Ostapenko A.V., Labusowa V.N., Sysoeva T.I. The state of the food system of diffusion juice of sugar beet infected by mucous bacteriosis with the introduction of enzyme preparations of glycosidase action **119**

Plotnikova I.V., Magomedov G.O., Shevyakova T.A., Gubkovskaya V.V., Plotnikov V.E. Chocolate muffins with improved quality **125**

Khatko Z.N., Titov S.A., Ashinova A.A., Kolodina E.M. Effect of combination of pectin substances on viscosity of their aqueous solutions **133**

Kovaleva A.E., Pyanikova E.A. Influence of aronia fruit powder on consumer properties of biscuits **139**

Vekovtsev A.A., Tohiriyon B., Slizovsky G.V., Poznyakovsky V.M. Clinical trials of the vitamin-mineral complex for the treatment of children with a trauma profile **147**

Gubanenko G.A., Rechkina E.A., Naymushina L.V., Mayurnikova L.A., Matskevich I.V., Balyabina T.A. Wheat sprouts processing technology and powder receiving from the marcs with high content of the biological active substances **154**

Egorova M.I., Shirokih E.V., Mikhaleva I.S., Puzanova L.N. Methodological aspects of system forming of control methods of technological flow of sugar production **162**

Kalenik T.K., Dobrynina E.V., Ostapenko V.M., Torii Ya., Hiromi Ju. Research of pigments of blue-green algae spirulina platensis for practical use in confectionery technology **170**

Moshkin A.V., Vasyukova A.T., Alexeyev A.E. Dry functional blend with fruit-berry powders for yeast dough **177**

Meledina T.V., Davydenko S.G., Aravina K.I., Golovinskaia O.V., Amirova E.R, Novikova I.V. Application of kudzu flowers to reduce beer toxicity **184**

Lytkina L.I., Shentsova E.S., Pereverzeva S.A., Mikhaylov A.G. New production technology briquetted feed additive **191**

Gnuchih E.V., Shkiduk M.V., Mirgorodskaya A.G., Matyuhina N.N., Don T.A. Modern methods for regulation nicotine containing products **196**

Livinskiy A.A., Saitova M.E., Livinskaya S.A. Study of the surface properties of buckwheat flour produced by different enterprises by De-Nui methods and tenzimetric to predict its technological properties **202**

Lytkina L.I., Shentsova E.S., Vostroilov A.V., Kurchaeva E.E., Kalashnikova S.V., Maksimov I.V. The impact of compound feeds with probiotic complexes on metabolism and productive indicators of rabbits **208**

Manzhieva B.S., Sharova N.Yu.. Researching of features byosinthesis beta-glucans in the micelial mass *Aspergillus niger* and in non-conditional cereal grains **218**

Bogonosova I.A., Vasyukova A.T. Development of vegetable production of prophylactic with protein fortification elements **223**

Shaimerdenova D.A., Chakanova J.M., Mahambetova A.A., Iskakova D.M., Yesmambetov A.A. Methods for obtaining grain bases for food **230**

Ulyanova L.V., Ledneva V.S., Burdina N.S., Talykova M.I., Ivannikova A.S., Kolomackaya V.V. Study of the effectiveness of supplementary feeding in patients with inherited enzyme deficiency **239**

Semenova Zh.A., Levshenko M.T., Kolokolova A.Yu., Ilyuhina N.V. Kurbanova M.N. Establishment of a test culture to study the effects of ionizing radiation on the opportunistic and pathogenic microflora of food **245**

Khairullin M.F., Koval E.A., Levitskaya I.Yu., Gadzhiev M.G., Sultonov B.A. Development of technology of preparation of pork semi-products with the application of low-temperature treatment **250**

CHEMICAL TECHNOLOGY

Kajsheva N.Sh., Kajshev A.Sh., Mikelov V.A., Gulbjakova Ch.N., Maslovskaya E.A. Chemical study of betaines isolated from the whole stillage **257**

Burakova E.A., Besperstova G.S., Neverova M.A., Tkachev A.G., Orlova N.V., Dyachkova T.P. Features of obtaining the catalyst for the synthesis of carbon nanotubes **261**

Nikulina A.V., Kuchmenko T.A. Sorption properties of modifiers of piezoquartz resonators based on 3d-elements **268**

Molchanov V.P., Medkov M.A. Development of physicochemical foundations of the technology of extraction of low-ash graphite from high-carbone rocks of the Jiamusi-Hankaiskaya province **273**

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Ayvazli Ayxan Nizami Scientific research on the improvement of commercial banks and application of innovations **280**

Galimova I.I, Pasynkova O.M., Chaikovskaya L.N. Assessment of investment attractiveness of Voronezh region **285**

Muraveva N.N., Talalaeva N.S. The assessment of target value of performance indicators of small and medium-sized companies' financial management with industry and regional environmental features **290**

Bogomolova I.P., Kotarev A.V., Vasilenko I.N. Trends and prospects for the development of the livestock industry of the meat and food subcomplex in terms of resource saving and public administration **301**

Merzlikina G.S. Economic efficiency of "ecological health" of the region **312**

Gurina M.A., Rumyantseva Ju.V. Comprehensive tools and methodologies quality improvement in the management competitiveness trade enterprises **320**

Armashova-Telnik G.S. Lean production as a factor of competitiveness of a business entity **336**

Kalimullin L.V., Levchenko D.K., Smirnova Yu.B., Tuzikova E.S. Foreign experience of supporting development of technologies of storage of energy **341**

Zaporozhtseva L.A., Masik A.V. Features of the organization of investment activities in vorobyn vegetable of Voronezh region **352**

Shageev D.A., Chuhonceva T.A. Universal rapid method of assessment and management decision-making of situational problems in the enterprise **359**

Zhuravlev Yu.V., Kuksova I.V., Gubertov E.A., Churikov L.I. Evaluation of innovative development of the Russian Federation based on the 2020 vision and strategy indicators **377**

Padalkin V.Yu., Khorev A.I., Prygunkov A.M., Churikov L.I. The impact of tax planning on the level of economic security of the company **383**

Salikov Yu.A., Mikhailiuk V.S. Methodological approach to the terminological analysis of the key concepts of economic security **387**

Salikov Yu.A., Logunova I.V., Kablashova I.V. Trends in human resource management in the digital economy **393**

Процессы и аппараты пищевых производств

Processes and devices for food production

Оригинальная статья/Original article

УДК 664:542.69:621.867.4

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-13-21

Иммитационная математическая модель процесса смешивания сыпучих компонентов в смесителе

Александр Н. Остриков [1] oan@vsuet.ru
Лариса Н. Фролова [1] fln 84@mail.ru
Алексей И. Александров [1] alex-nadezhda@mail.ru
Виктор В. Посметьев [2] victorvpo@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] ООО «Доступная робототехника», ул.Тимирязева, д.8, г.Воронеж, 394087, Россия

Аннотация. Разработанная имитационная модель позволяет проводить компьютерные эксперименты по смешиванию компонентов, в которых изменяются параметры компонентов смеси или смесителя, устанавливается характер влияния параметра и даются рекомендации по выбору его оптимальных значений. Модель процесса смешивания учитывает размеры, форму и реологические свойства компонентов смеси, а также взаимодействие сыпучего материала с рабочими поверхностями смесителя (лопатками, стойками лопаток, валами, корпусом). Иммитационная математическая модель смесителя обладает высоким пространственным разрешением для корректного воспроизведения взаимодействия частиц в процессе смешивания. В рамках конечно-элементного приближения сыпучий материал представляется как совокупность множества элементов. Для моделирования механического поведения смеси использовался метод динамики частиц. Моделирование производится в трехмерном декартовом пространстве. Состояние каждого элемента задается шестью переменными: координатами его центра и компонентами скорости. Решением данной системы дифференциальных уравнений второго порядка являются функции, определяющие траектории движения элементов и позволяющие оценить эффективность процесса перемешивания. Для решения дифференциальных уравнений такого вида используется численный метод Рунге-Кутта второго порядка. Для реализации расчета по представленным выше формулам и удобства проведения серий компьютерных экспериментов разработана компьютерная программа на языке Object Pascal в интегрированной среде программирования Borland Delphi 7. Разработанная математическая модель процесса смешивания сыпучих компонентов позволяет подобрать рациональные технологические режимы смешивания, что дает возможность увеличить однородность смешивания до 98 % и рассчитать кинематический режим процесса смешивания в смесителе за счет создания «квазиневесомого» гидродинамического режима смешивания и существенного ускорения процесса смешивания.

Ключевые слова: смешивание, сыпучий материал, математическая модель, расчет, параметры.

Simulation mathematical model of the mixing process of bulk components in the mixer

Alexander N. Ostrikov [1] oan@vsuet.ru
Larisa N. Frolova [1] fln 84@mail.ru
Alexey I. Aleksandrov [1] alex-nadezhda@mail.ru
Virtor V. Posmetiev [2] victorvpo@mail.ru

[1] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
[2] Affordable Robotics LLC, Timiryazev St., 8, Voronezh, 394087, Russia

Abstract. The developed simulation model allows computer experiments on mixing components in which the parameters of the components of the mixture or mixer are changed, the nature of the influence of the parameter is established and recommendations for choosing the optimal values of the parameter are given. The model of the mixing process takes into account the size, shape and rheological properties of the components of the mixture, as well as the interaction of the bulk material with the working surfaces of the mixer (blades, blade struts, shafts, housing). The simulation mathematical model of the mixer has a high spatial resolution for the correct reproduction of the interaction of particles in the mixing process. In the framework of the finite element approximation, the bulk material is represented as a set of elements. The particle dynamics method was used to model the mechanical behavior of the mixture. Modeling is performed in three-dimensional Cartesian space. The state of each element is defined by six variables: the coordinates of its center and the velocity components. The solution of this system of differential equations of the second order are the functions that determine the trajectories of motion of the elements and allow to evaluate the efficiency of the mixing process. To solve differential equations of this kind, the second – order numerical method-Runge-Kutta is used. A computer program in the Object Pascal language in the Borland Delphi 7 integrated programming environment has been developed to implement the calculation according to the above formulas and to make it easier to conduct a series of computer experiments. The developed mathematical model of the process of mixing of bulk components allows to choose rational technological modes of mixing, which makes it possible to increase the homogeneity of mixing up to 98 %, and to calculate the kinematic mode of the mixing process in the mixer by creating a "quasi-weight" hydrodynamic mixing mode and a significant acceleration of the mixing process.

Keywords: mixing, bulk material, mathematical model, calculation, parameters.

Для цитирования

Остриков А.Н., Фролова Л.Н, Александров А.И., Посметьев В.В. Иммитационная математическая модель процесса смешивания сыпучих компонентов в смесителе // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 13–21. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-13-21

For citation

Ostrikov A.N., Frolova L.N., Aleksandrov A.I., Posmetiev V.V. Simulation mathematical model of the mixing process of bulk components in the mixer. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 13–21. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-13-21

Введение

Для теоретического исследования двухвального смесителя разработана его имитационная модель, позволяющая проводить компьютерные эксперименты по смешиванию компонентов. На основе серий компьютерных экспериментов, в которых изменяется тот или иной параметр компонентов смеси или смесителя, устанавливается характер влияния параметра и даются рекомендации по выбору оптимальных значений параметра.

Для адекватного представления в модели процесса смешивания необходимо учитывать размеры, форму и реологические свойства компонентов смеси. Отдельную сложность представляет расчет взаимодействия сыпучего материала с рабочими поверхностями смесителя (лопатками, стойками лопаток, валами, корпусом). Поэтому математическая модель двухвального смесителя должна обладать высоким пространственным разрешением [1], чтобы корректно воспроизвести сыпучий материал и форму рабочих поверхностей, а также высоким временным разрешением, чтобы с высокой адекватностью воспроизвести взаимодействие частиц в процессе смешивания.

Цель работы – разработка математической модели процесса смешивания сыпучих компонентов в двухвальном смесителе, расчет и обоснование конструкции двухвального смесителя.

Результаты и обсуждения

В рамках конечно-элементного приближения сыпучий материал представляется как совокупность множества (порядка 10^3–10^5) элементов. Каждый элемент представляет собой либо крупную частицу смеси, либо некоторый объем смеси, ведущий себя как единое целое. В рамках конечно-элементного приближения рабочие поверхности смесителя представляются в виде совокупности множества элементарных треугольников. Элементы смеси механически взаимодействуют как между собой, так и с рабочими поверхностями смесителя (рисунок 1).

Для моделирования механического поведения смеси используется метод динамики частиц [2–5].

Будем считать, что компоненты смеси состоят из множества элементов шарообразной формы с диаметром порядка 10^{-4}–10^{-3} м. При контакте элементов друг с другом и с рабочими поверхностями смесителя возникают упругие силы, а также силы сухого и вязкого трения (рисунок 2). Под действием сил в модели рассчитывается движение элементов по законам классической динамики. В модели необходимо воспроизвести изменение состояния системы элементов (процесс перемешивания) и определить суммарное механическое воздействие элементов на вращающиеся элементы смесителя, позволяющее рассчитать потребляемую мощности.

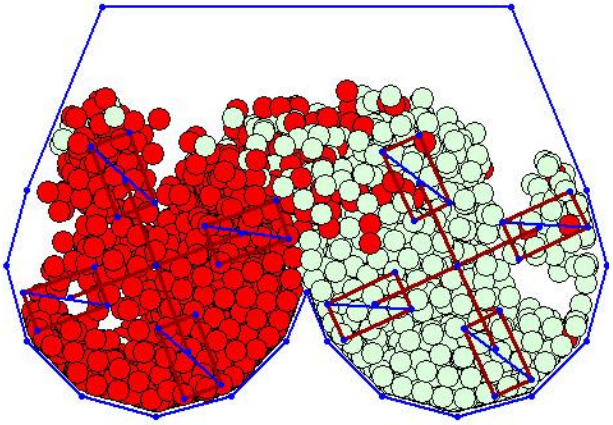


Рисунок 1. Представление смесителя и компонентов в модели

Figure 1. Representation of mixer and components in the model

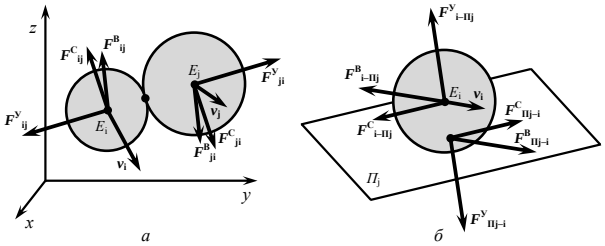


Рисунок 2. Силы, возникающие при контакте двух элементов смеси (*а*) и между элементом и поверхностью смесителя (*б*): $\boldsymbol{F}^{\mathbf{У}}$ – упругие силы; $\boldsymbol{F}^{\mathbf{С}}$ и $\boldsymbol{F}^{\mathbf{В}}$ – силы сухого и вязкого трения. Векторные величины обозначены жирным шрифтом

Figure 2. Forces arising from the contact of two elements of the mixture (a) and between the element and the surface of the mixer (b): CU – elastic forces; FS and FB – forces of dry and viscous friction. Vector values are indicated in bold

Моделирование производится в трехмерном декартовом пространстве (*x, y, z*). Состояние каждого элемента E_i задается шестью переменными: координатами его центра (X_I, y_i, z_i) и компонентами скорости (V_{XI}, v_{yi}, v_{zi}).

Уравнения движения элементов составлены на основе второго закона Ньютона:

$$
\begin{cases}
i = 1...N_Э; \\
m_i \dfrac{d^2 x_i}{dt^2} = \sum\limits_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N_Э} \left(\begin{cases} c_{ij}\left(\dfrac{d_i + d_j}{2} - r_{ij}\right)\dfrac{(x_i - x_j)}{r_{ij}} + \left(k_{ij}^C \dfrac{v_{xi} - v_{xj}}{|\vec{v}_i - \vec{v}_j|} + k_{ij}^B (v_{xi} - v_{xj}) \right) c_{ij}\left(r_{ij} - \alpha_л \dfrac{d_i + d_j}{2}\right), \; r_{ij} < \alpha_л \dfrac{d_i + d_j}{2}; \\ 0, \; r_{ij} \geq \alpha_л \dfrac{d_i + d_j}{2}; \end{cases} \right) + \\
+ \sum\limits_{j=1}^{N_П} \left(\begin{cases} c_{i-Пj}\left(\dfrac{d_i}{2} - r_{i-Пj}\right)\dfrac{(x_i - x_{i-Пj})}{r_{i-Пj}} + \left(k_{ij}^C \dfrac{v_{xi} - v_{xПj}}{|\vec{v}_i - \vec{v}_{Пj}|} + k_{ij}^B (v_{xi} - v_{xПj}) \right) c_{ij}\left(r_{i-Пj} - \alpha_л \dfrac{d_i}{2}\right), \; r_{i-Пj} < \alpha_л \dfrac{d_i}{2}; \\ 0, \; r_{i-Пj} \geq \alpha_л \dfrac{d_i}{2}; \end{cases} \right); \\
m_i \dfrac{d^2 y_i}{dt^2} = \sum\limits_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N_Э} \left(\begin{cases} c_{ij}\left(\dfrac{d_i + d_j}{2} - r_{ij}\right)\dfrac{(y_i - y_j)}{r_{ij}} + \left(k_{ij}^C \dfrac{v_{yi} - v_{yj}}{|\vec{v}_i - \vec{v}_j|} + k_{ij}^B (v_{yi} - v_{yj}) \right) c_{ij}\left(r_{ij} - \alpha_л \dfrac{d_i + d_j}{2}\right), \; r_{ij} < \alpha_л \dfrac{d_i + d_j}{2}; \\ 0, \; r_{ij} \geq \alpha_л \dfrac{d_i + d_j}{2}; \end{cases} \right) + \\
+ \sum\limits_{j=1}^{N_П} \left(\begin{cases} c_{i-Пj}\left(\dfrac{d_i}{2} - r_{i-Пj}\right)\dfrac{(y_i - y_{i-Пj})}{r_{i-Пj}} + \left(k_{ij}^C \dfrac{v_{yi} - v_{yПj}}{|\vec{v}_i - \vec{v}_{Пj}|} + k_{ij}^B (v_{yi} - v_{yПj}) \right) c_{ij}\left(r_{i-Пj} - \alpha_л \dfrac{d_i}{2}\right), \; r_{i-Пj} < \alpha_л \dfrac{d_i}{2}; \\ 0, \; r_{i-Пj} \geq \alpha_л \dfrac{d_i}{2}; \end{cases} \right); \\
m_i \dfrac{d^2 z_i}{dt^2} = \sum\limits_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N_Э} \left(\begin{cases} c_{ij}\left(\dfrac{d_i + d_j}{2} - r_{ij}\right)\dfrac{(z_i - z_j)}{r_{ij}} + \left(k_{ij}^C \dfrac{v_{zi} - v_{zj}}{|\vec{v}_i - \vec{v}_j|} + k_{ij}^B (v_{zi} - v_{zj}) \right) c_{ij}\left(r_{ij} - \alpha_л \dfrac{d_i + d_j}{2}\right), \; r_{ij} < \alpha_л \dfrac{d_i + d_j}{2}; \\ 0, \; r_{ij} \geq \alpha_л \dfrac{d_i + d_j}{2}; \end{cases} \right) + \\
+ \sum\limits_{j=1}^{N_П} \left(\begin{cases} c_{i-Пj}\left(\dfrac{d_i}{2} - r_{i-Пj}\right)\dfrac{(z_i - z_{i-Пj})}{r_{i-Пj}} + \left(k_{ij}^C \dfrac{v_{zi} - v_{zПj}}{|\vec{v}_i - \vec{v}_{Пj}|} + k_{ij}^B (v_{zi} - v_{zПj}) \right) c_{ij}\left(r_{i-Пj} - \alpha_л \dfrac{d_i}{2}\right), \; r_{i-Пj} < \alpha_л \dfrac{d_i}{2}; \\ 0, \; r_{i-Пj} \geq \alpha_л \dfrac{d_i}{2}; \end{cases} \right) - m_i g,
\end{cases}
$$

где i – номер элемента; $N_Э$ – количество элементов; m_i – масса элемента; t – время; j – номер элемента, возможно контактирующего с i-м элементом; c_{ij} – коэффициент жесткости взаимодействия элементов i и j (рассчитывается через модули упругости) k^C_{ij} и k^B_{ij} – коэффициенты сухого трения элементов i и j друг о друга; d_i – диаметр i-го элемента; r_{ij} – расстояние между центрами элементов i и j; $\alpha_О$ – коэффициент ограничения взаимодействия между элементами (выбирается из диапазона 1,0…1,1 и позволяет задавать "липкость" элементов); $N_П$ – количество элементарных поверхностей смесителя; $c_{i–Пj}$, $k^C_{i–Пj}$ и $k^B_{i–Пj}$ – коэффициенты жесткости, сухого и вязкого трения при взаимодействии элемента i с поверхностью j; $r_{i–Пj}$ – расстояние от центра i-го элемента до j-й поверхности; $X_{I-Пj}$, $y_{i-Пj}$, $z_{i-Пj}$ – декартовы координаты точки-проекции центра элемента i на поверхность j; $v_{xПj}$, $v_{yПj}$, $v_{zПj}$ – компоненты скорости центра j-й элементарной поверхности; |…| – модуль вектора; g – ускорение свободного падения.

Сила упругости выступает в качестве силы нормальной реакции между элементами, приводящей к отталкиванию элементов, если они вступят в контакт – если расстояние между элементами r_{ij} будет менее $(d_i + d_j)/2$. Расстояние r_{ij} между центрами элементов рассчитывается через координаты центров по теореме Пифагора:

$$r_{ij} = \sqrt{\left(x_i - x_j\right)^2 + \left(y_i - y_j\right)^2 + \left(z_i - z_j\right)^2}.$$

Решением данной системы дифференциальных уравнений второго порядка являются функции $X_I(t)$, $y_i(t)$, $z_i(t)$, определяющие траектории движения элементов и позволяющие оценить эффективность процесса перемешивания.

Рабочие поверхности смесителя представлены в модели совокупностью более 100 элементарных треугольников. Часть элементарных треугольников неподвижна (корпус смесителя), часть – движется в пространстве (лопатки). Если элементарная треугольная поверхность *Пj* контактирует с элементом *i*, то между ними возникают упругие силы отталкивания (или притяжения в случае липких элементов, что задается коэффициентом α_0) и силы сухого и вязкого трения. Силы, действующие на элемент, приводят к изменению его траектории движения, а противоположные им силы, действующие на лопатки, позволяют рассчитать суммарное сопротивление движению лопаток и затем, потребляемую смесителем мощность. Для расчета указанных сил необходим математический аппарат, позволяющий определить, контактирует ли элемент с треугольной элементарной поверхностью. Если контактирует, то контактирует ли с центральной частью поверхности (вариант I на рисунке 3), ребром (вариант II) или углом (вариант III).

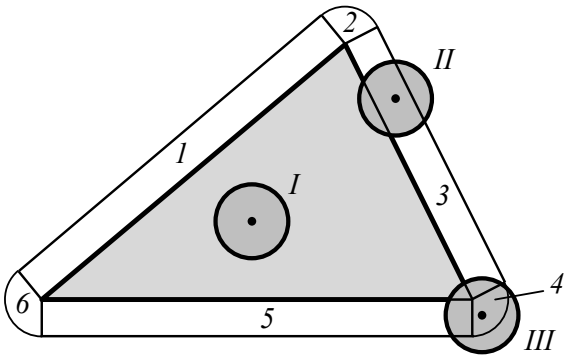


Рисунок 3. Возможные варианты взаимодействия элемента смеси с элементарной треугольной поверхностью: *I* – с плоскостью; *II* – с ребром; *III* – с вершиной. Если центр элемента попадает в области *1, 3, 5*, то элемент взаимодействует с ребром элементарной треугольной поверхности. Если попадает в области *2, 4, 6* – взаимодействует с вершиной элементарной треугольной поверхности

Figure 3. Possible variants of interaction of a component of a mixture with the basic triangular surface: I – plane; II – with an edge; III – with the top up. If the center of the element falls in areas 1, 3, 5, the element interacts with the edge of the elementary triangular surface. If it falls in areas 2, 4, 6 – interacts with the vertex of the elementary triangular surface

Далее необходимо определить расстояние $r_{i\text{-}Пj}$ от элемента до плоскости, позволяющее рассчитать величину упругой силы отталкивания, и направление действия силы, задаваемое отрезком E_i–$E_{iпр}$, где E_i и $E_{iпр}$ – центр элемента и проекция центра элемента на плоскость элементарной поверхности (в варианте *II* определяется проекция на ребро, в варианте *III* в качестве $E_{iпр}$ используется вершина треугольника). Изложим подробно только наиболее сложный алгоритм проверки контакта элемента *i* с внутренней частью треугольником *Пj* (вариант *I*).

Проверка осуществляется в два этапа: сначала определяется проекция центра элемента (X_I, y_i, z_i) на плоскость, содержащую треугольник, затем проверяется, попадает ли точка проекции внутрь или вне треугольника. На первом этапе составляется уравнение плоскости, проходящей через три точки – вершины T_{j1}, T_{j2}, T_{j3} треугольника по известной в аналитической геометрии формуле

$$\begin{vmatrix} x-x_{j1} & y-y_{j1} & z-z_{j1} \\ x_{j2}-x_{j1} & y_{j2}-y_{j1} & z_{j2}-z_{j1} \\ x_{j3}-x_{j1} & y_{j3}-y_{j1} & z_{j3}-z_{j1} \end{vmatrix} = 0,$$

где x, y, z – координаты произвольной точки, принадлежащей плоскости; x_{j1}, y_{j1}, z_{j1} – координаты вершины T_{j1}; x_{j2}, y_{j2}, z_{j2} – вершины T_{j2}; x_{j3}, y_{j3}, z_{j3} – вершины T_{j3}.

После вычисления определителя данное уравнение имеет вид

$$Ax + By + Cz + D = 0,$$

где *A, B, C, D* – коэффициенты уравнения плоскости.

Уравнение плоскости необходимо нормировать делением всех коэффициентов на длину нормального к плоскости вектора $\sqrt{A^2+B^2+C^2}$:

$$\frac{A}{\sqrt{A^2+B^2+C^2}}x + \frac{B}{\sqrt{A^2+B^2+C^2}}y + \frac{C}{\sqrt{A^2+B^2+C^2}}z + \frac{D}{\sqrt{A^2+B^2+C^2}} = 0.$$

Будем далее обозначать нормированные коэффициенты индексом "н", тогда нормированное уравнение плоскости примет вид

$$A_н x + B_н y + C_н z + D_н = 0.$$

Тогда расстояние $r_{i\text{-}Пj}$ от центра элемента (X_I. y_i. z_i) до плоскости можно рассчитать по следующей формуле аналитической геометрии

$$r_{i-Пj} = \left| A_н x_i + B_н y_i + C_н z_i + D_н \right|.$$

Так как большинство элементов не контактируют с данной треугольной элементарной поверхностью в текущий момент времени, на

данном этапе расчета производится исключение всех неконтактирующих элементов смеси по условию $r_{i\text{-}Пj} > d_i/2$, что позволяет существенно ускорить вычисления на компьютере.

Для того чтобы определить, взаимодействует ли элемент с внутренней частью треугольной поверхности (по варианту *I*), необходимо найти проекцию центра элемента на плоскость данного треугольника. Так как известны координаты нормального вектора $A_н$, $B_н$ и $C_н$ и расстояние $r_{i\text{-}Пj}$ от точки до плоскости, проекция $E_{inp}(x_{inp}, y_{inp}, z_{inp})$ находится смещением по нормальному вектору:

$$x_{inp} = x_i - A_н \cdot r_{i-Пj};$$
$$y_{inp} = y_i - B_н \cdot r_{i-Пj};$$
$$z_{inp} = z_i - C_н \cdot r_{i-Пj}.$$

Для проверки попадания точки E_{inp} внутрь или вовне треугольника T_j используется метод проверки по площадям треугольника: сумма площадей трех треугольников, построенных на вершинах исходного треугольника и точке E_{inp}, должна равняться площади всего треугольника T_j, то есть

$$S(\Delta T_{j1}T_{j2}T_{j3}) = S(\Delta E_{inp}T_{j2}T_{j3}) +$$
$$+S(\Delta T_{j1}E_{inp}T_{j3}) + S(\Delta T_{j1}T_{j2}E_{inp}).$$

Если суммарная площадь треугольников $\Delta E_{inp}T_{j2}T_{j3}$, $\Delta T_{j1}E_{inp}T_{j3}$ и $\Delta T_{j1}T_{j2}E_{inp}$ оказывается больше площади элементарного треугольника $S(\Delta T_{j1}T_{j2}T_{j3})$, это означает, что точка E_{inp} не лежит внутри треугольника T_j и элемент либо не контактирует с данной элементарной поверхностью, либо контактирует с ней по ребру или вершине элементарного треугольника.

Если обнаружено, что элемент контактирует с элементарной поверхностью, производится расчет сил упругости, сухого и вязкого трения, действующих между элементом смеси и поверхностью смесителя по формуле.

С течением времени элементарные треугольные поверхности, которыми представлены лопатки и ребра, представляющие стойки лопаток, совершают вращательное движение в пространстве (рисунок 4). При этом в модели непрерывно корректируются в приближении равномерного вращательного движения координаты точек-вершин соответствующих треугольников T_{ij} (где *i* – номер треугольника,*j* – номер вершины).

Метод численного интегрирования. Дифференциальные уравнения, описывающие движение элементов

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = k_1\frac{dx}{dt} + k_2x + k_3$$

или

$$ma = k_1v + k_2x + k_3,$$

где m – масса элемента; x – искомая функция (зависимость координата *x, y* или *z* от времени); t – время; k_1, k_2, k_3 – величины, не зависящие от x, но зависящие от других искомых функций системы дифференциальных уравнений; a – ускорение (соответствующая декартова компонента a_x, a_y или a_z); v – скорость (соответствующая декартова компонента V_X, v_y или v_z).

Для решения дифференциальных уравнений такого вида используется численный метод – Рунге-Кутта второго порядка (другое название метода – модифицированный метод Эйлера-Коши) [11]. Метод численного интегрирования реализуется следующими итерационными формулами

$$x^{\tau+1} = x^{\tau} + v^{\tau}\cdot\Delta t + \frac{k_1v^{\tau} + k_2x^{\tau} + k_3}{m}\cdot\frac{(\Delta t)^2}{2};$$

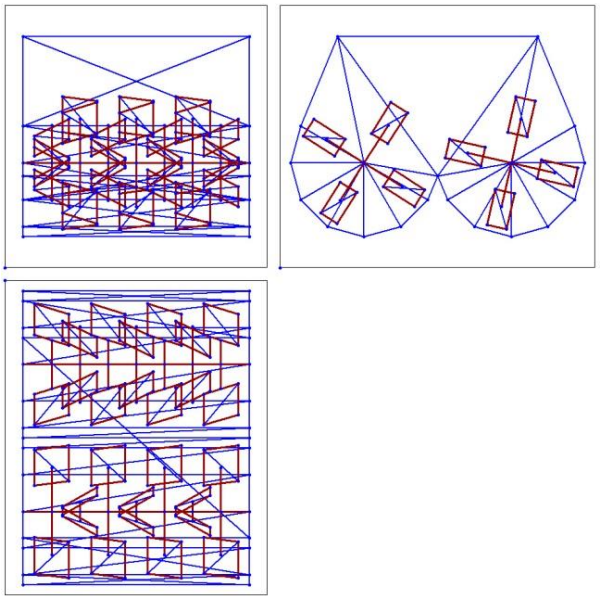


Рисунок 4. Представление рабочих поверхностей смесителя как совокупности элементарных треугольных поверхностей, ребер и угловых точек

Figure 4. Representation of the working surfaces of the mixer as a set of elementary triangular surfaces, edges and angular points

$$v^{\tau+1} = v^{\tau} + \frac{k_1v^{\tau} + k_2x^{\tau} + k_3}{m}\cdot\Delta t,$$

где индексы τ и τ+1 обозначают текущий и последующий шаг интегрирования по времени; Δt – величина шага интегрирования. Данный метод имеет второй порядок точности по отношению к искомой функции $x(t)$.

Для основной системы дифференциальных уравнений, описывающей движение элементов смеси, необходимо задать начальные условия:

положение в пространстве и скорость элементов в начальный момент времени. В начальный момент времени заданное количество элементов размещается в геометрической области в форме параллелепипеда в верхней части смесителя, при этом координаты элементов выбираются случайным образом с помощью генератора случайных чисел, имеющих равномерный закон распределения. Начальные скорости элементов задаются равными нулю. С началом интегрирования уравнений движения элементы, изначально находящиеся в плотном контакте друг с другом, приобретают скорости под действием упругих сил и разлетаются в объеме смесителя. Благодаря силам сухого и вязкого трения происходит постепенное уменьшение энергии элементов, и спустя 2–3 с от начального момента времени они оседают в нижней части смесителя. После этого валы с лопатками начинают вращаться с заданной угловой скоростью, и начинается основной компьютерный эксперимент по смешиванию компонентов.

Система дифференциальных уравнений считается устойчивой, если ее решение практически не зависит от начальных условий. Для разработанной модели условие устойчивости выполняется для всей совокупности уравнений в отношении усредненных показателей, которые подлежат определению: коэффициент вариации, средняя потребляемая мощность и многие другие. Необходимо отметить, что устойчивость каждого отдельного дифференциального уравнения не является высокой, так как элементы в процессе интегрирования уравнений движения контактируют между собой случайным образом. Соответственно силы, действующие на элементы, то появляются, то исчезают, что вызывает разрывы в возмущающих функциях дифференциальных уравнений. Однако для большого количества дифференциальных уравнений второго порядка (а в модели для каждого из 10^3–10^5 элементов в модели решаются три уравнения – для координат x, y, z) результат пространственного и временного усреднения характеристик по многим элементам не зависит от начального положения и скорости элементов.

Такая особенность математического описания (неустойчивость каждого отдельного уравнения, но устойчивость системы уравнений в целом) является естественной для природных процессов и типична для моделей вещества в физике, химии, материаловедении. Аналогичная ситуация встречается в методе молекулярной динамики, с помощью которого моделируют движение атомов и молекул [15], в котором также, каждое отдельное уравнение малоустойчиво, однако в целом система уравнений устойчива по средним характеристикам системы (давление, средняя плотность и т. п.).

В предлагаемой модели приняты следующие допущения:

– частицы смеси являются шарообразными;

– в пределах одного элемента вещество считается сплошной средой с постоянной по всему объему плотностью;

– элементы движутся по законам классической механики;

– механическое взаимодействие между элементами и поверхностями смесителя носит линейный упруго-вязкий характер;

– корпус и лопатки смесителя могут быть представлены совокупностью треугольников конечного размера.

Расчет показателей эффективности. Для количественной характеристики однородности смеси целесообразно использовать коэффициент вариации (неоднородности)

$$k_c = \frac{100}{< c >}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(c_i - < c >\right)^2}{n-1}}; \qquad < c > = \frac{\sum_{i=1}^{n} c_i}{n},$$

где $< c >$ – среднее содержание ключевого компонента в пробах; c_i – содержание ключевого компонента в i-й пробе; n – количество проб. В процессе перемешивания двух равных по объему компонентов коэффициент k_c теоретически должен уменьшаться от 50% (компоненты разделены) до 0% (смесь полностью однородна).

Применительно к разработанной модели в основных компьютерных экспериментах k_c рассчитывался следующим образом. Так как в модели смесь состоит из конечного числа элементов, объем пробы для определения концентрации c_i должен быть достаточно большим и содержать не менее 100 элементов, чтобы достигнуть точности определения концентрации более 95%. Исходя из симметрии камеры смесителя, камера была разделена на четыре части одинакового объема – двумя вертикальными плоскостями вдоль и поперек камеры. В выбранной для модели системе координат уравнения данных плоскостей были $x = 0$; $y = 0$. При этом в каждую часть попадало примерно $N_Э/4$ элементов, что составляло достаточно большую величину для определения c_i, а следовательно, и k_c с точностью, превышающей 99%. В этом случае количество проб n равнялось четырем, и средняя концентрация компонента $<c>$ и коэффициент k_c рассчитывались по формулам:

$$< c >= \frac{1}{4}\left(\frac{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} t_i \neq 1 \\ x_i < 0 \\ y_i < 0 \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} t_i = 1 \\ x_i > 0 \\ y_i > 0 \end{cases} \end{cases}}{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} x_i < 0; \\ y_i < 0; \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} x_i > 0; \\ y_i > 0; \end{cases} \end{cases}} + \frac{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} t_i \neq 1 \\ x_i < 0 \\ y_i > 0 \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} t_i = 1 \\ x_i > 0 \\ y_i < 0 \end{cases} \end{cases}}{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} x_i < 0; \\ y_i > 0; \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} x_i > 0; \\ y_i < 0; \end{cases} \end{cases}} + \right.$$

$$\left. + \frac{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} t_i \neq 1 \\ x_i > 0 \\ y_i < 0 \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} t_i = 1 \\ x_i < 0 \\ y_i > 0 \end{cases} \end{cases}}{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} x_i > 0; \\ y_i < 0; \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} x_i < 0; \\ y_i > 0; \end{cases} \end{cases}} + \frac{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} t_i \neq 1 \\ x_i > 0 \\ y_i > 0 \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} t_i = 1 \\ x_i < 0 \\ y_i < 0 \end{cases} \end{cases}}{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} x_i > 0; \\ y_i > 0; \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} x_i < 0; \\ y_i < 0; \end{cases} \end{cases}} \right);$$

$$k_c = \frac{100}{< c > \sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} t_i \neq 1 \\ x_i < 0 \\ y_i < 0 \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} t_i = 1 \\ x_i > 0 \\ y_i > 0 \end{cases} \end{cases}}{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} x_i < 0; \\ y_i < 0; \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} x_i > 0; \\ y_i > 0; \end{cases} \end{cases}} - < c > \right)^2 + \left(\frac{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} t_i \neq 1 \\ x_i < 0 \\ y_i > 0 \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} t_i = 1 \\ x_i > 0 \\ y_i < 0 \end{cases} \end{cases}}{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} x_i < 0; \\ y_i > 0; \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} x_i > 0; \\ y_i < 0; \end{cases} \end{cases}} - < c > \right)^2 +}$$

$$+ \left(\frac{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} t_i \neq 1 \\ x_i > 0 \\ y_i < 0 \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} t_i = 1 \\ x_i < 0 \\ y_i > 0 \end{cases} \end{cases}}{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} x_i > 0; \\ y_i < 0; \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} x_i < 0; \\ y_i > 0; \end{cases} \end{cases}} - < c > \right)^2 + \left(\frac{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} t_i \neq 1 \\ x_i > 0 \\ y_i > 0 \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} t_i = 1 \\ x_i < 0 \\ y_i < 0 \end{cases} \end{cases}}{\sum\limits_{i=1}^{N_Э}\begin{cases} 0, & \begin{bmatrix} x_i > 0; \\ y_i > 0; \end{bmatrix} \\ 1, & \begin{cases} x_i < 0; \\ y_i < 0; \end{cases} \end{cases}} - < c > \right)^2 },$$

где t_i – тип i-го элемента; фигурная скобка {…означает одновременное выполнение условий; квадратная скобка [… – выполнение любого из условий.

Средняя в течение компьютерного эксперимента мощность $N_{ср}$, потребляемая смесителем, рассчитывается по формуле:

$$N_{ср} = \frac{\sum\limits_{\tau=1}^{[t_{КЭ}/\Delta t]} \sum\limits_{i=1}^{N_Э} \sum\limits_{j=1}^{N_П} \vec{v}_i \cdot \vec{F}_{ij}}{\left[t_{КЭ} / \Delta t \right]} + 4N_{СТ} + 4\alpha_{ВТ}\omega_в,$$

где $t_{КЭ}$ – длительность компьютерного эксперимента; Δt – шаг интегрирования; […] – операция округления до целого числа; $N_Э$ и $N_П$ – количество элементов и элементарных поверхностей треугольной формы; $\vec{v}_i$ – скорость i-го элемента на текущем шаге интегрирования τ; $\vec{F}_{ij}$ – сила взаимодействия i-го элемента с j-м элементарным треугольником рабочей поверхности; знаком «·» обозначается скалярное произведение векторов; $N_{СТ}$ – мощность, расходуемая в подшипнике вала на сухое трение; $\alpha_{ВТ}$ – коэффициент вязкого трения в подшипнике вала; $\omega_в$ – угловая скорость вала.

Продолжительность смешивания t_c определяется как время, за которое коэффициент k_c достигает заданного уровня, при котором смесь считается готовой (принят равным 1%):

$$t_c = t\big|_{k_c=1\%}.$$

Программная реализация модели. Для реализации расчета по представленным выше формулам и удобства проведения серий компьютерных экспериментов разработана компьютерная программа «Программа для моделирования двухвального смесителя» на языке Object Pascal в интегрированной среде программирования Borland Delphi 7 (рисунок 5).

Программа предназначена для многократного проведения компьютерных экспериментов по смешиванию компонентов и определения на этой основе оптимальных конструктивных параметров двухвального смесителя для компонентов различных типов.

Основные функциональные возможности программы:

– задание основных реологических параметров компонентов смеси;

– задание формы корпуса смесителя, лопаток и пространственного размещения лопаток на валах;

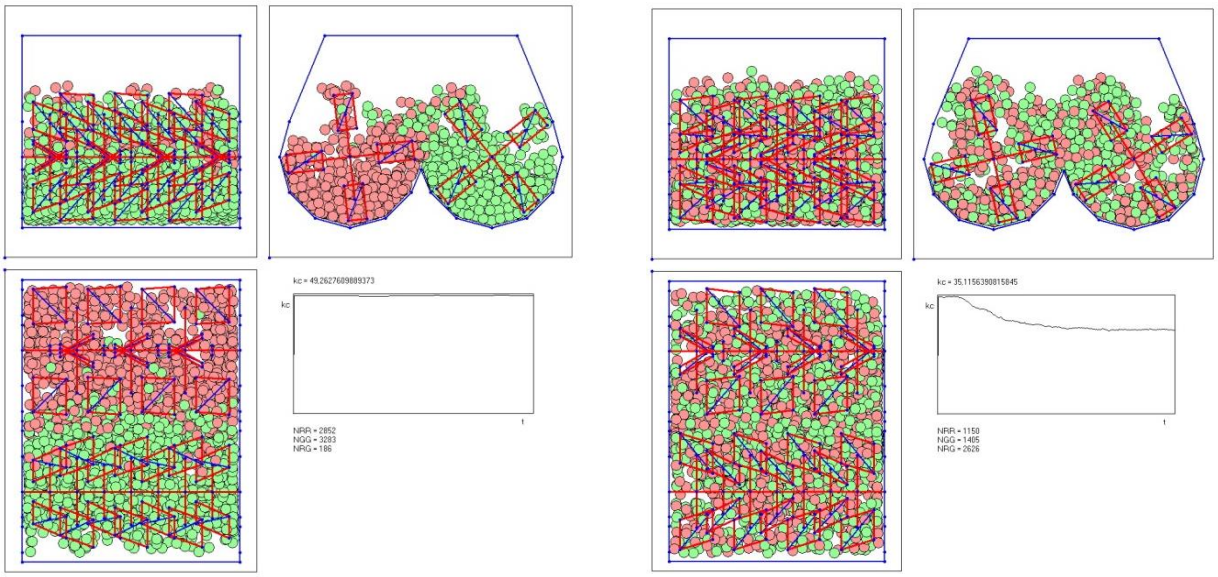
– вывод на экран в процессе компьютерного эксперимента трех проекций смесителя и элементов смеси, а также графиков временных зависимостей коэффициента вариации (неоднородности) и потребляемой мощности.

Основные технические характеристики программы:

– количество элементов смеси от 1000 до 100000;

– размер элементов смеси от 0,1 до 10 мм;

– длительность компьютерного эксперимента по смешиванию от 3 до 60 мин (зависит от количества элементов, данные приведены для тактовой частоты процессора 3 ГГц).



a *b*

Рисунок 5. Вывод результатов моделирования в «Программе для моделирования двухвального смесителя»: *a* –начало смешивания; *b* – завершение смешивания

Figure 5. The conclusion of the simulation results in the "program for modeling a two-shaft mixer": *a* – beginning of mixing; *b* – end of mixing

Заключение

Применение разработанной математической модели процесса смешивания сыпучих компонентов позволит подобрать рациональные технологические режимы смешивания, что дает возможность увеличить однородность смешивания до 98%, и рассчитать кинематический режим процесса смешивания в двухвальном смесителе за счет создания «квазиневесомого» гидродинамического режима смешивания и существенного ускорения процесса смешивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: учебное пособие. М.: Высшая школа, 1998. 319 с.

2. Кривцов А.М. Деформирование и разрушение тел с микроструктурой. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 304 с.

3. Hoover W.G. Atomistic Nonequilibrium Computer Simulations // Physica A. 1983. V. 118. P. 111–122.

4. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. Часть. 2. М.: Мир, 1990. 400 с.

5. Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. М.: Наука, 1990. 176 с.

6. Hafner J. Atomic-Scale Computation Materials Science // Acta Mater. 2000. V. 48. P. 71–92.

7. Лагарьков А.Н., Сергеев В.М. Метод молекулярной динамики в статистической физике // УФН. 1978. Т. 125. № 7. С. 409–448. doi: 10.3367/UFNr.0125.197807b.0409

8. Allen M.P., Tildesley D.J. Computer Simulation of Liquids. Oxford: Clarendon Press, 1987. 408 p.

9. Полухин В.А., Ухов В.Ф., Дзугутов М.М. Компьютерное моделирование динамики и структуры жидких металлов. М.: Наука, 1981. 323 с.

10. Monaghan J. Smoothed Particle Hydrodynamics // Annu. Rev. Astron. Astrophys. 1992. V. 30. P. 543–574.

11. Инженерные расчеты на ЭВМ: Справочное пособие; под ред. В.А. Троицкого. Л.: Машиностроение, 1979. 288 с.

12. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 279 с.

13. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рощин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов: 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Колос, 1980. 168 с.

14. Дегтярев Ю.И. Методы оптимизации: учеб. пособие для вузов. М.: Сов. радио, 1980. 272 с.

REFERENCES

1. Sovetov B.Ya., Yakovlev S.A. Modelirovaniye sistem [Modeling systems]. Moscow, Vysshaya shkola, 1998. 319 p. (in Russian).

2. Krivtsov A.M. Deformirovaniye i razrusheniye tel s mikrostrukturoy [Deformation and fracture of bodies with a microstructure]. Moscow, FIZMATLIT, 2007. 304 p. (in Russian).

3. Hoover W.G. Atomistic Nonequilibrium Computer Simulations. Physica A. 1983. vol. 118. pp. 111–122.

4. Guld H., Tobochnik Ya. Komp'yuternoye modelirovaniye v fizike [Computer modeling in physics]. Part 2. Moscow, Mir, 1990. 400 p. (in Russian).

5. Heerman D.V. Metody komp'yuternogo eksperimenta v teoreticheskoy fizike [Methods of computer experiment in theoretical physics]. Moscow, Nauka, 1990. 176 p. (in Russian).

6. Hafner J. Atomic-Scale Science Computation Materials. Acta Mater. 2000. vol. 48. pp. 71–92.

7. Lagarkov A.N., Sergeev V.M. The method of molecular dynamics in statistical physics. *UFN* [Sov. Phys. Usp.]. 1978. vol. 125. no. 7. pp. 409–448. doi: 10.3367/UFNr.0125.197807b.0409 (in Russian).

8. Allen M.P., Tildesley D.J. Computer Simulation of Liquids. Oxford, Clarendon Press, 1987. 408 p.

9. Polukhin V.A., Ukhov V.F., Dzugutov M.M. Komp'yuternoye modelirovaniye dinamiki i struktury zhidkikh metallov [Computer simulation of the dynamics and structure of liquid metals]. Moscow, Nauka, 1981. 323 p. (in Russian).

10. Monaghan J. Smoothed Particle Hydrodynamics. Annu. Rev. Astron. Astrophys. 1992. vol. 30. pp. 543–574.

11. Inzhenernyye raschety na EVM [Computer engineering calculations]. Leningrad, Mashinostroyeniye, 1979. 288 p. (in Russian).

12. Adler Yu.P., Markova E.V., Granovsky Yu.V. Planirovaniye eksperimenta pri poiske optimal'nykh usloviy [Planning of experiment when searching optimal conditions]. Moscow, Nauka, 1976. 279 p. (in Russian).

13. Melnikov S.V., Aleshkin V.R., Roshchin P.M. Planirovaniye eksperimenta v issledovaniyakh sel'skokhozyaystvennykh protsessov [The design of the experiment in the study of agricultural processes]. Leningrad, Kolos, 1980. 168 p. (in Russian).

14. Degtyarev Yu.I. Metody optimizatsii [Methods of optimization]. Moscow, Sov. radio, 1980. 272 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Н. Остриков д.т.н., профессор, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, oan@vsuet.ru

Лариса Н. Фролова д.т.н., профессор, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, fln 84@mail.ru

Алексей И. Александров экстерн, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alex-nadezhda@mail.ru

Виктор В. Посметьев к.ф.-м.н., директор ООО «Доступная робототехника», ул.Тимирязева, д.8, г.Воронеж, 394087, Россия, victorvpo@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 18.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 25.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexander N. Ostrikov Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of fats, processes and apparatuses of chemical and food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, oan@vsuet.ru

Larisa N. Frolova Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of fats, processes and devices of chemical and foods productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, fln 84@mail.ru

Alexey I. Aleksandrov extern, technology of fats, processes and devices of chemical and food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, alex-nadezhda@mail.ru

Virtor V. Posmetiev Cand. Sci. (Phys.-Math.), Director of Affordable Robotics LLC, Timiryazev St., 8, Voronezh, 394087, Russia, victorvpo@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.18.2019

ACCEPTED 5.25.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.492

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-22-26

Представление трех безразмерных геометрических характеристик пищевых пористых систем в форме статистических функций

Валерий Г. Жуков [1] z-v-gr@ mail.ru
Николай Д. Лукин [1] vniik@arrisp.ru
Валерий М. Чесноков [1] vmches@yandex.ru

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов, ул. Некрасова, 11, Красково, 140051, Россия

Аннотация. В статье рассматривается методика представления трех безразмерных геометрических характеристик пористых материалов в форме статистических функций. Методика позволяет получать формулы для конкретных гистограмм пористых материалов. Исследование относится к аналитической разработке методики определения безразмерных параметров пищевых пористых сред. В качестве примера рассмотрен пористый материал, близкий по геометрическим характеристикам типовому пищевому продукту с однородной и изотропной пористой средой, подобной крахмалу, мелкодисперсным пищевым добавкам, муке. Исследование основано на статистическом логнормальном распределении случайных величин и аналитической взаимосвязи между тремя безразмерными интегральными параметрами пористых систем. Аналитически получены формулы трех безразмерных геометрических параметров пористой среды: прерывистости, просветности и пористости. Ими учитывается статистика случайного распределения пор по размерам. Формулы включают экспериментальный интегральный параметр пористости, определяемый стандартными методиками. Он корректирует результаты автоматизированного определения распределения размеров пор. Формулы позволяют проводить вычисление влияния отдельных размерных групп пор или всего их размерного ансамбля, что является важным в расчетах тепло- и массообменных процессов в пористых средах пищевых, химических и других технологий. Рассмотренная методика позволяет применять ее в подобных исследованиях для статистических задач различного вида.

Ключевые слова: пористые материалы, поры, геометрические безразмерные параметры, прерывистость, просветность, пористость, случайная величина, логнормальное распределение, статистические формулы параметров

Presentation of three dimensional geometric characteristics of food porous systems in the form of statistical functions

Valery G. Zhukov [1] z-v-gr@ mail.ru
Nikolay D. Lukin [1] vniik@arrisp.ru
Valeriy M. Chesnokov [1] vmches@yandex.ru

[1] All-Russian Research Institute of Starch Products, Nekrasova, 11, Kraskovo, 140051, Russia

Abstract. The article discusses the method of representing the three dimensionless geometric characteristics of porous materials in the form of statistical functions. The technique allows to obtain formulas for histograms of porous materials. The study relates to the analytical development of a method for determining the dimensionless parameters of food porous media. As an example, we consider a porous material similar in geometrical characteristics to a typical food product with a homogeneous and isotropic porous medium similar to starch, finely divided food additives, and flour. The study is based on the statistical lognormal distribution of random variables and the analytical relationship between the three dimensionless integral parameters of porous systems. The formulas of three dimensionless geometric parameters of a porous medium are obtained analytically: discontinuity, transparency, and porosity. They take into account the statistics of random pore size distribution. The formulas include an experimental integral parameter of porosity, defined by standard techniques. It corrects the results of the automated determination of the pore size distribution. The formulas allow calculating the influence of individual size groups of pores or of their entire size ensemble, which is important in calculating heat and mass transfer processes in porous food, chemical and other technologies. The considered technique allows to apply it in similar studies for statistical tasks of various types.

Keywords: porous materials, pores, geometric dimensionless parameters, discontinuity, transparency, porosity, random variable, log-normal distribution, statistical formulas of parameters

Введение

Исключительное многообразие материалов, имеющих поровую структуру, объясняет использование почти в любом производстве процессов, связанных с тепло-и массо-обменом в этих сложных системах. Это сушка, влагонаполнение и любые другие фильтрационные процессы в пищевых, медицинских, химических, нефте- и газодобывающих технологиях, в агросекторе, сохранении и дренировании грунтовых вод и др., где перерабатывается дисперсная среда или твердые пористые материалы [1–7].

Реальные пористые среды имеют сложную систему порового пространства, которую

Для цитирования

Жуков В.Г., Лукин Н.Д. Чесноков В.М. Представление трех безразмерных геометрических характеристик пищевых пористых систем в форме статистических функций // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 22–26. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-22-26

For citation

Zhukov V.G., Lukin N.D., Chesnokov V.M. Presentation of three dimensional geometric characteristics of food porous systems in the form of statistical functions. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 22–26. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-22-26

невозможно полностью формализовать с одновременным учетом всех ее особенностей. Поэтому для расчетов фильтрационных задач с определением скоростей движения фильтрата, эффективности промывки, растворения, сушки осадка или любого пористого материала используют экспериментальные геометрические параметры пористых материалов. В их числе три базовых безразмерных геометрических параметра в виде коэффициентов прерывистости, просветности и пористости [6]. Эти коэффициенты относятся ко всей совокупности полиразмерной поровой структуры и потому являются интегральными осредненным физическими параметрами, характеризующими пористую систему в целом [3, 6].

Исследования геометрии пористого пространства имеют долгую историю. Много публикаций со статистическими исследованиями появлялось в последние два десятилетия, о чем свидетельствуют объемные обзоры, например, в [8, 9]. В публикациях направленность исследований с учетом полиразмерной микроструктуры порового пространства связана со стыковкой статистических функций случайного распределения размеров пор с экспериментальными результатами, например, с гистограммами, и определением на этой основе интегральных характеристик порового пространства [10]. Ими нельзя оценивать вклад пор отдельных размеров или размерных групп. При этом понятно, что поток в мелких порах движется медленнее по сравнению с потоком в крупных, и в реализуемом процессе проявляется неоднородность, например, в условиях промывки, сушки, экстракции, вытеснения. Отсюда следует актуальность разработки таких геометрических безразмерных коэффициентов, в которых отражались бы функции статистического распределения пор по размерам в полиразмерной структуре пористых материалов.

Цель работы – получение формул геометрических безразмерных коэффициентов прерывистости, просветности и пористости, которые должны содержать функции статистического распределения пор по размерам в полиразмерной структуре пористых материалов.

Материалы и методы

Исследование относится к аналитической разработке методики определения безразмерных параметров пищевых пористых сред. В качестве примера рассмотрен пористый материал, близкий по геометрическим характеристикам типовому пищевому продукту с однородной и изотропной пористой средой, подобной крахмалу, мелкодисперсным пищевым добавкам, муке. Исследование основано на статистическом логнормальном распределении случайных величин и аналитической взаимосвязи между тремя безразмерными интегральными параметрами пористых систем.

Для кубика пористого материала с ребром l коэффициент прерывистости α (в дальнейшем – прерывистость) представляет собой отношение величины отрезка Δ (м), составленного из стянутых в линию всех пор, отнесенную к длине ребра l (м), на которой производится подсчет пор. Коэффициент просветности β (в дальнейшем – просветность) представляет собой отношение величины площади пор $S_п$ (м^2) к квадратной площади грани кубика S (м^2), являющейся счетным полем при экспериментальном построении гистограммы. Коэффициент пористости γ (в дальнейшем – пористость) – это отношение объема стянутых воедино пор кубика $V_п$ (м^3) к объему кубика V (м^3):

$$\alpha = \Delta/l,\ \beta = S_п/S,\ \gamma = V_п / V,\ \text{б/р}. \qquad (1)$$

Существует теорема об аналитической взаимосвязи между этими тремя коэффициентами [1]. Ею доказывается, что для пористых материалов со статистически упорядоченной, однородной и изотропной пористой системой пор

$$\alpha = \gamma^{1/3},\ \beta = \gamma^{2/3},\ \gamma = \alpha^3 = \beta^{3/2},\ \text{б, р}. \qquad (2)$$

Для неоднородных и анизотропных сред эти соотношения корректируются [11].

Отметим, что в представленном формулами (1) и (2) виде эти коэффициенты являются числами и отражают интегральные характеристики пористого материала. Требуется преобразовать функции коэффициентов (2) таким образом, чтобы ими можно было бы учитывать в полиразмерной поровой структуре долю влияния пор каждого размера на основе статистического распределения пор по их размерам. Примем без потери общности методики распределение логнормальным [3, 8, 12]. Будем основывать на нем дальнейшие рассуждения, которые могут быть распространены и на пористые системы с нормальным распределением размеров пор.

Логнормальное распределение описывает формула

$$y(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \ln a}{\sigma}\right)^2},\ \text{б/р} \qquad (3)$$

где параметр x – случайная величина; $y(x)$ – частота распределения параметра x в безразмерных долях; σ – среднеквадратичное отклонение; a – коэффициент.

В (3) все параметры записаны в безразмерном виде для соответствия правой части равенства безразмерной функции $y(x)$.

Дальнейшее исследование проводим с использованием примера гистограммы статистического логнормального распределения пор.

В качестве примера имеем:

- гистограмму распределения пор по размерам в пористом теле (рисунок 1), близкую к логарифмическому, в безразмерных координатах: x – ось абсцисс, $y(x)$ – ось ординат в долях от количества;
- всего на квадратном счетном поле количество пор составляет N_Σ = 3066 шт.;
- экспериментальное значение пористости равно γЭ = 0,35.

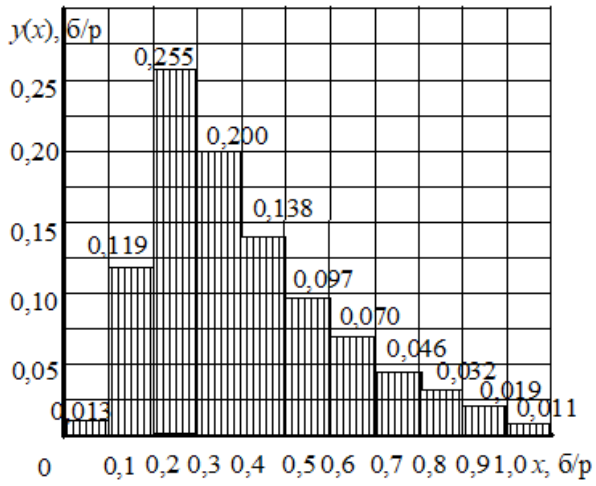


Рисунок 1. Гистограмма частотного распределения пор по характерному размеру: $y(x)$, б/ р – доля пор каждого размера; x, б/ р – безразмерный характерный параметр пор

Figure 1. The histogram of the frequency distribution of the pore size characteristic: $y(x)$, d/l – the proportion of pores of each size; x, d/l is the dimensionless characteristic parameter

Аналитическая часть

Для определения коэффициентов (2) должны быть известны два размерных параметра: Δ и l. Их следует найти на основании экспериментальной гистограммы (рисунок 1), полученной в результате сканирования поверхности площадью l_2 образца. Для этого по рисунку 1, имеющему безразмерные координаты, должна быть построена гистограмма с размерными координатами осей, где высота прямоугольников φ_i (b) (м) соответствует величинам отрезков из стянутых в непрерывную прямую пор для каждого размера b_i (м). Их значения вычисляем по формулам:

$$b_i = b_1 x_i,\ a_{0i} = b_{1a}, \qquad (4)$$

$$\varphi(b)_i = y(b)_i b_i N_\Sigma, \qquad (5)$$

где b_1 – пока неизвестная линейная величина, м.

Гистограмма в координатах $\varphi(b) - b$ будет иметь вид, аналогичный показанному на рисунке 1. На нем ордината гистограммы $\varphi(b)i$ рассчитывается по (5) со средним значением $b_{\text{ср}\,i} = (b_i + b_{i+1})/2$.

Размерную непрерывную аналитическую функцию $\varphi(b)$ получаем с помощью формул (4) и (5), в которых дискретные параметры $\varphi(b)_i$ и b_i заменяем на текущие $\varphi(b)$ и b. Значит, функция $\varphi(b)$ будет иметь вид

$$\phi(b) = \frac{N_\Sigma \cdot b_1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln\frac{b}{a_0}}{\sigma}\right]^2}. \qquad (6)$$

В (6) три константы a_0, b_1 и σ пока неизвестны. Их определяем с использованием трех характерных точек на ниспадающей кривой гистограммы в координатах $\varphi(b) - b$: на вершине, посередине и на конце гистограммы. Их координаты $A_1(6{,}437 \cdot 10^{-3};\ 9{,}5 \cdot 10^{-6})$, $A_2(4{,}193 \cdot 10^{-3};\ 18{,}3 \cdot 10^{-6})$ и $A_3(1{,}103 \cdot 10^{-3};\ 31{,}5 \cdot 10^{-6})$ подставляем в (6). В результате получаем три уравнения с тремя неизвестными. Решая их, получаем значения трех неизвестных: $a_0 = 1{,}061 \cdot 10^{-5}$ (м), $b_1 = 3{,}089 \cdot 10^{-5}$ (м) и $\sigma = 0{,}576$ (б/р). Таким образом, формула (6) принимает вид:

$$\phi(b) = \frac{3066 \cdot 3{,}089 \cdot 10^{-6}}{0{,}576 \cdot \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln\frac{b}{1{,}061 \cdot 10^{-5}}}{0{,}576}\right]^2} = \qquad (7)$$

$$= 0{,}00656 \cdot e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln\frac{b}{1{,}061 \cdot 10^{-5}}}{0{,}576}\right]^2}.$$

Функция $\varphi(x)$ является первой производной от кумулятивной функции $\psi(b)$. Значит, $d\,[\psi(b)] = \varphi(b)db$ и с учетом (7) имеем:

$$\psi(b) = \frac{N_\Sigma \cdot b_1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \int_0^b e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln\frac{b}{a_0}}{\sigma}\right]^2} db = \qquad (8)$$

$$= 0{,}00656 \int_0^b e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln\frac{b}{1{,}061 \cdot 10^{-5}}}{0{,}576}\right]^2} db.$$

Проинтегрированная функция $\psi(b)$ соответствует площади, занимаемой всеми порами размеров, меньших b.

Для кубика счетное поле (поле, где считали поры) является квадратным. Значит, сторона, занимаемая для статистически упорядоченной однородной и изотропной системы, является тоже квадратной. Тогда на ней площадь поверхности всех пор от нуля до $b_{\max}$ будет равна по (8)

$$\Delta_{\max} = \sqrt{\int_0^{b_{\max}} \psi(b) db} = 1{,}397 \cdot 10^{-6}. \qquad (9)$$

По (1) и (2)

$$\alpha_{\max} = \frac{\Delta_{\max}}{l} = \sqrt[3]{\gamma_Э}. \qquad (10)$$

Прерывистость α по (1) пока не можем определить, поскольку не знаем в рассматриваемом эксперименте величину длины стороны l квадрата счетного поля. Поэтому прибегнем к ее расчету с использованием экспериментального значения пористости $\gamma_Э$, определение которого является стандартной процедурой. По условию рассматриваемого примера имеем $\gamma_Э = 0{,}35$. Поэтому по (10) получаем $l = 1{,}983 \cdot 10^{-6}$ м.

Теперь, зная численное значение l, по (1) и (2) можем получить в общем виде функции α, β, γ и построить по данным примера их графики для пор $0 \ldots b$.

$$\alpha = \frac{\Delta}{l} = \sqrt[3]{\gamma_Э}\,\frac{\sqrt{\int_0^b \psi(b)db}}{\sqrt{\int_0^{b_{\max}} \psi(b)db}} = \frac{\sqrt{\int_0^b \psi(b)db}}{1{,}983 \cdot 10^{-6}}\ , \qquad (11)$$

$$\beta = \left(\frac{\Delta}{l}\right)^2 = \gamma_Э^{2/3}\left(\frac{\sqrt{\int_0^b \psi(b)db}}{\sqrt{\int_0^{b_{\max}} \psi(b)db}}\right)^2 = \frac{\int_0^b \psi(b)db}{3{,}932 \cdot 10^{-12}}, \qquad (12)$$

$$\gamma = \left(\frac{\Delta}{l}\right)^3 = \gamma_Э\left(\frac{\sqrt{\int_0^b \psi(b)db}}{\sqrt{\int_0^{b_{\max}} \psi(b)db}}\right)^3 = \frac{\left(\int_0^b \psi(b)db\right)^{3/2}}{7{,}798 \cdot 10^{-18}}. \qquad (13)$$

Параметры в (11)–(13) являются безразмерными функциями (рисунок 2).

Результаты и обсуждение

Экспериментальная величина пористости входит в (11)–(13). Она как интегральный параметр является коррелирующей результаты приведенного аналитического решения. Аналогичным образом можно получить формулы, основанные на других типах случайного распределения размеров пор, например, для нормального распределения.

Рассмотренная методика позволяет учитывать долю влияния пор отдельных размерных групп на геометрические параметры, что существенно уточняет вычисления в расчетах тепло- и массообменных процессов пищевых сред.

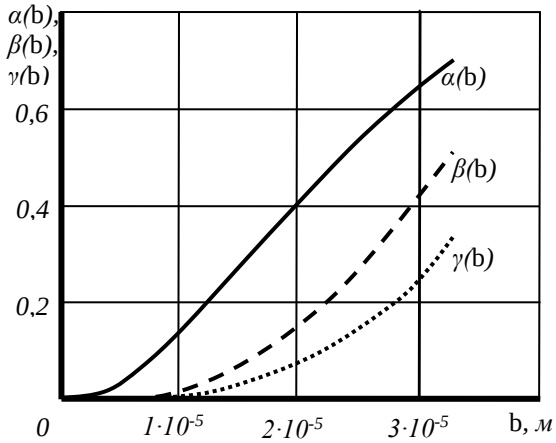


Рисунок 2. Графики функций α, β и γ, рассчитанные по (11)–(13)

Figure 2. Graphs of functions α, β and γ calculated by (11)–(13)

Заключение

Предложена методика представления трех безразмерных геометрических характеристик пористых материалов в форме статистических функций. Методика позволяет получать формулы для конкретных гистограмм пористых материалов.

Аналитически получены формулы трех безразмерных геометрических параметров пористой среды: прерывистости, просветности и пористости. Ими учитывается статистика случайного распределения характерного размера пор. Формулы включают экспериментальный интегральный параметр пористости, определяемый стандартными методиками. Он корректирует результаты автоматизированного определения распределения размеров пор. Формулы позволяют проводить вычисление влияния отдельных размерных групп пор или всего их размерного ансамбля, что является важным в расчетах тепло- и массообменных процессов в пористых средах.

Данная методика позволяет применять ее в подобных исследованиях для статистических задач различного вида.

ЛИТЕРАТУРА

1 Теоретические основы пищевых технологий: В 2-х книгах. Книга 1; Отв. редактор В.А. Панфилов. М.: КолосС, 2009. 608 с.

2 Чуешов В.И. и др. Промышленная технология лекарств: в 2-х томах. Харьков: Издательство НФАУ МТК, 2002. Т. 1, 2.

3 Аксельруд Г.А., Альтшулер М.А. Введение в капиллярно-химическую технологию. М.: Химия, 1983. 263 с.

4 Devold H. Oil and gas production handbook. An introduction to oil and gas production, transport, refining and petrochemical industry. Oslo: ABB AS, 2013. 152 p.

5 Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации: Учебное пособие; под ред. С.М. Гончарова, С.М. Коробченко. Львов: Вища шк.: Изд-во при Львов. гос. ун-те, 1988. 350 с.

6 Бэр Я., Заславски Д., Имрей С. Физико-математические основы фильтрации воды. М.: Мир, 1971. 452 с.

7 Роде А.А. Водные свойства почв и грунтов. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 132 с.

8 Фандеев В.П., Самохина К.С. Методы исследования пористых структур // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2015. Т. 7. № 4. URL: http://naukovedenie.ru/PDF/34TVN415.pdf

9 Xiong Q., Baychev T.G., Jivkov A.P. Review of pore network modelling of porous media: Experimental characterisations, network constructions and applications to reactive transport // Journal of Contaminant Hydrology. 2016. V. 192. P. 101–117. doi: 10.1016/j.jconhyd.2016.07.002

10 Пантелеев В.Г., Клыкова Е.И., Егорова О.В. Компьютерная микроскопия. М.: Техносфера, 2005. 304 с.

11 Жуков В.Г. Геометрические характеристики пористых тел // Теоретические основы химической технологии. 2000. Т. XXX1V. № 2. С. 134–137.

12 Грег С., Скинг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость: 2-е изд. М.: Мир, 1984. 306 с.

13 Khan M.I.H., Joardder M.U.H., Kumar C., Karim M.A. et al. Multiphase porous media modelling: A novel approach to predicting food processing performance // Critical reviews in food science and nutrition. 2018. V. 58. № 4. P. 528–546.

14 Cuadros T.R., Aguilera J.M. Gels as precursors of porous matrices for use in foods: a review // Food Biophysics. 2015. V. 10. № 4. P. 487–499.

15 Haller P., Dec D., Zúñiga F., Thiers O., Ivelic-Sáez, J. et al. Effect of hydraulic and mechanical stresses on the functional resistance and resilience of the porous system of a Ñadi (Aquands) under different land uses // Agro Sur. 2015. V. 43. № 2. P. 41–52.

16 Udenni Gunathilake T., Ching Y., Ching K., Chuah C. et al. Biomedical and microbiological applications of bio-based porous materials: A review // Polymers. 2017. V. 9. № 5. P. 160.

17 Kanimozhi K., Basha S.K., Kumari V.S. Processing and characterization of chitosan/PVA and methylcellulose porous scaffolds for tissue engineering // Materials Science and Engineering: C. 2016. V. 61. P. 484–491.

REFERENCES

1 Teoreticheskiye osnovy pishchevykh tekhnologiy [Theoretical foundations of food technology: In 2 x books. Book 1; Editor V.A. Panfilov]. Moscow, KolosS, 2009.608 p. (in Russian).

2 Chueshov V.I. et al. Promyshlennaya tekhnologiya lekarstv [Industrial technology of drugs: in 2 volumes]. Kharkov: publishing house NFAU MTK, 2002. vol. 1,2. (in Russian).

3 Axelrud G.A., Altshuler M.A. Vvedeniye v kapillyarno-khimicheskuyu tekhnologiyu [Introduction to capillary-chemical technology]. Moscow, Khimiya, 1983. 263 p. (in Russian).

4 Devold H. Oil and gas production handbook. An introduction to oil and gas production, transport, refining and petrochemical industry. Oslo, ABB AS, 2013. 152 p.

5 Sel'skokhozyaystvennyye gidrotekhnicheskiye melioratsii [Agricultural hydraulic engineering reclamation: a Training manual; ed. by CM. Goncharova, S.M. Korobchenko]. Lviv, Vishka shk., Publishing House at the Lviv State University, 1988.350 p. (in Russian).

6 Baer Ya., Zaslavsky D., Imrey S. Fiziko-matematicheskiye osnovy fil'tratsii vody [Physical and mathematical foundations of water filtration]. Moscow, Mir, 1971.452 p. (in Russian).

7 Rode A.A. Vodnyye svoystva pochv i gruntov [Water properties of soils and soils]. Moscow, Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1955.132 p. (in Russian).

8 Fandeev V.P., Samokhina K.S. Research Methods for Porous Structures. *Internet-zhurnal "NAUKOVEDENIYe"* [Internet Journal "SCIENCE"]. 2015. vol. 7. no. 4. Available at: http://naukovedenie.ru/PDF/34TVN415.pdf (in Russian).

9 Xiong Q., Baychev T.G., Jivkov A.P. Review of pore network modelling of porous media: Experimental characterisations, network constructions and applications to reactive transport. Journal of Contaminant Hydrology. 2016. vol. 192. pp. 101–117. doi: 10.1016/j.jconhyd.2016.07.002

10 Panteleev V.G., Klykova E.I., Egorova O.V. Komp'yuternaya mikroskopiya [Computer microscopy]. Moscow, Tekhnosfera, 2005. 304 p. (in Russian).

11 Zhukov V.G. Geometric characteristics of porous bodies. *Teoreticheskiye osnovy khimicheskoy tekhnologii* [Theoretical Foundations of Chemical Technology]. 2000. vol. XXX1V. no. 2. pp. 134–137. (in Russian).

12 Greg S., Sking K. Adsorbtsiya, udel'naya poverkhnost', poristost' [Adsorption, specific surface area, porosity: 2nd ed.]. Moscow, Mir, 1984. 306 p. (in Russian).

13 Khan M.I.H., Joardder M.U.H., Kumar C., Karim M.A. et al. Multiphase porous media modelling: A novel approach to predicting food processing performance. Critical reviews in food science and nutrition. 2018. vol. 58. no. 4. pp. 528–546.

14 Cuadros T.R., Aguilera J.M. Gels as precursors of porous matrices for use in foods: a review. Food Biophysics. 2015. vol. 10. no. 4. pp. 487–499.

15 Haller P., Dec D., Zúñiga F., Thiers O., Ivelic-Sáez, J. et al. Effect of hydraulic and mechanical stresses on the functional resistance and resilience of the porous system of a Ñadi (Aquands) under different land uses. Agro Sur. 2015. vol. 43. no. 2. pp. 41–52.

16 Udenni Gunathilake T., Ching Y., Ching K., Chuah C. et al. Biomedical and microbiological applications of bio-based porous materials: A review. Polymers. 2017. vol. 9. no. 5. pp. 160.

17 Kanimozhi K., Basha S.K., Kumari V.S. Processing and characterization of chitosan/PVA and methylcellulose porous scaffolds for tissue engineering. Materials Science and Engineering: C. 2016. vol. 61. pp. 484–491.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Валерий Г. Жуков д.т.н., профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов, ул. Некрасова, 11, Красково, 140051, Россия, z-v-gr@ mail.ru

Николай Д. Лукин д.т.н., профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов, ул. Некрасова, 11, Красково, 140051, Россия, vniik@arrisp.ru

Валерий М. Чесноков к.т.н., Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов, ул. Некрасова, 11, Красково, 140051, Россия vmches@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.04.2019
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Valery G. Zhukov Dr. Sci. (Engin.), professor, All-Russian research Institute of starch products, Nekrasova, 11, Kraskovo, 140051, Russia, z-v-gr@ mail.ru

Nikolay D. Lukin Dr. Sci. (Engin.), professor, All-Russian research Institute of starch products, Nekrasova, 11, Kraskovo, 140051, Russia, vniik@arrisp.ru

Valeriy M. Chesnokov Cand. Sci. (Chem.), All-Russian research Institute of starch products, Nekrasova, 11, Kraskovo, 140051, Russia vmches@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.15.2019
ACCEPTED 5.23.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 637.02

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-27-34

Разработка установки для шелушения рапса в электромагнитном поле сверхвысокой частоты

Ольга В. Михайлова [1] ds17823@yandex.ru
Марьяна В. Белова [1] maryana_belova_803@mail.ru
Алексей Н. Коробков [1] aleksey.korobkov52@mail.ru
Галина В. Новикова [1] NovikovaGalinaV@yandex.ru

[1] Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22А, г. Княгинино, Нижегородская область, 606340, Россия.

Аннотация. В настоящее время отечественной промышленностью используется импортное сырье. В то же время поставки масла семян рапса на экспорт в качестве сырья составляют около 80% от производимых объемов продукции. Поэтому импортозамещение рапсового масла за счет увеличения собственного производства и существенного повышения эффективности технологии переработки с улучшенными качественными характеристиками, разработка инновационной технологии и технического средства, обеспечивающего повышение качества шелушения семян рапса, актуально. В зависимости от строения зерна, применяют один из трех способов шелушения: сжатием и сдвигом, многократным или однократным ударом, путем истирания оболочек. Ядро рапса имеет хрупкое строение, поэтому шелушение многократным ударом нерационально. К процессу шелушения семян рапса предъявляют два требования: качественное отделение лузги от ядра и сохранность целостности ядра. В статье описана разработанная конструкция установки для шелушения рапса в электромагнитном поле, позволяющая осуществлять процесс шелушения при низких эксплуатационных затратах. Процесс шелушения рапса возможен путем гидромеханического разрушения и истирания лузги о вращающиеся абразивные диски и взаимного трения зерен в ЭМПСВЧ, с последующим удалением оболочек за счет продувки воздушным потоком через полый диэлектрический вал с отверстиями и перфорированный цилиндрический резонатор. В статье также описывается технологический процесс шелушения рапса и проведена технико-экономическая оценка от внедрения предлагаемой установки. Экономический эффект от применения СВЧ-установки для шелушения рапса составляет 124 тыс. р./мес. при объеме выработанной продукции 38,5 т/мес., рентабельность повысится на 3,7%.

Ключевые слова: СВЧ установка, цилиндрический резонатор, критическая напряженность электрического поля, добротность, шелушение, рапс

Development of a plant for peeling rapeseed in the electromagnetic field of ultrahigh frequency

Olga V. Mikhailova [1] ds17823@yandex.ru
Mariana V. Belova [1] maryana_belova_803@mail.ru
Aleksey N. Korobkov [1] aleksey.korobkov52@mail.ru
Galina V. Novikova [1] NovikovaGalinaV@yandex.ru

[1] Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya st., 22 a, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russia

Abstract. Currently, domestic industry uses imported raw materials. At the same time, supplies of rapeseed oil for export as raw materials account for about 80% of the production volumes. Therefore, import substitution of rapeseed oil due to an increase in its own production and a significant increase in the efficiency of processing technology with improved quality characteristics, the development of innovative technology and technical means to improve the quality of peeling of rapeseed is relevant. Depending on the grain structure, one of three methods of peeling is used: compression and shear, multiple or single blow, by abrasion of the shells. The rapeseed kernel has a fragile structure, so peeling with a multiple blow is irrational. Two requirements are imposed on the rape seed peeling process: high-quality separation of husk from the kernel and preservation of the integrity of the kernel. The article describes the developed design of the installation for peeling rape in an electromagnetic field, which allows the peeling process to be carried out at low operating costs. The process of peeling rape is possible by hydromechanical destruction and abrasion of husks on rotating abrasive disks and mutual friction of grains in the EMF microwave, followed by removal of the shells by blowing air through a hollow dielectric shaft with holes and a perforated cylindrical resonator. The article also describes the technological process of rape peeling and conducted a feasibility study on the implementation of the proposed installation. The economic effect of the use of a microwave installation for rape peeling is 124 thousand rubles/month with the volume of output 38.5 tons/month, profitability will increase by 3.7%.

Keywords: microwave installation, cylindrical resonator, critical electric field strength, q-factor, peeling, rapeseed

Для цитирования

Михайлова О.В., Белова М.В., Коробков А.Н., Новикова Г.В. Разработка установки для шелушения рапса в электромагнитном поле сверхвысокой частоты // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 27–34. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-27-34

For citation

Mikhailova O.V., Belova M.V., Korobkov A.N., Novikova G.V. Development of a plant for peeling rapeseed in the electromagnetic field of ultrahigh frequency. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 27–34. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-27-34

Введение

В настоящее время отечественной промышленностью используется импортное сырье (например, пальмовое, хлопковое масло). Крупнотоннажные закупки импортного масла растительного происхождения (порядка 880 тыс. т) составляют в денежном выражении около 1 млрд долл. ежегодно. В то же время поставки масла семян рапса на экспорт в качестве сырья составляют около 80% от производимых объемов продукции. В 2018 году по России урожай рапса составил 1071,4 тыс. т. В соответствии со стратегией развития перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 года и Государственной программой развития сельского хозяйства (в редакции постановления Правительства РФ от 8 февраля 2019 г. № 98) основной целью второго этапа является продовольственная безопасность страны, предусматривающая задачи обеспечения импортозамещения рапсового масла. Поэтому импортозамещение рапсового масла за счет увеличения собственного производства и существенного повышения эффективности технологии переработки с улучшенными качественными характеристиками, разработка инновационной технологии и технического средства, обеспечивающего повышение качества шелушения семян рапса [5–10], актуально.

Цель работы – разработка установки для шелушения рапса в электромагнитном поле при низких эксплуатационных затратах.

Задачи исследования:

- изучить существующие технологии и технические средства, применяемые для шелушения масличных культур;
- разработать способ шелушения рапса, позволяющий максимально сохранить ядро в целости;
- разработать конструкцию установки, реализующую совмещение способов шелушения однократного удара и истирания оболочек в процессе воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМПСВЧ) на рапс;
- провести технико-экономическую оценку применения установки в фермерских хозяйствах.

Материалы и методы

Для проведения научного исследования пользовались трудами академиков: И.Ф. Бородина, Л.Г. Прищеп, Д.С. Стребкова и профессоров: Н.В. Цугленок, С.В. Вендина, А.Н. Васильева, В.А. Бутковского, А.О. Рензеева и др.

Известно, что в зависимости от строения зерна, прочности связей оболочек и ядра, прочности ядра, а также ассортимента вырабатываемой продукции применяют один из трех способов шелушения: сжатием и сдвигом, многократным или однократным ударом, путем истирания оболочек [1]. Ядро рапса имеет хрупкое строение, поэтому шелушение многократным ударом нерационально. К процессу шелушения семян рапса предъявляют два требования: качественное отделение лузги от ядра; сохранность целостности ядра. Основные фракции – это шелушенное ядро, оболочка (лузга) и мучка (мелкие частицы ядра и лузги).

Семена рапса должны иметь влажность 6–8%, так как при влажности ниже 6% семена могут растрескиваться, а с влажностью выше 8% трудно пропустить через вальцовый станок.

Обрушение семян рапса на предприятиях проводят в вальцовых мельницах, что обеспечивает отделение лузги на 50% и измельчение масляных ядер в большом количестве. Проходя через вальцы с постоянно установленным зазором, часть семян обрушивается не полностью, либо чрезмерно измельчается, поскольку их размеры варьируются. Для снижения выхода дробленых фракций зерно обычно подвергают гидротермической обработке, которая снижает хрупкость эндосперма.

Для шелушения зерна применяют обоечные машины. Зерно под действием центробежных сил вращающегося бичевого ротора отбрасывается к поверхности цилиндра, подвергается многократному удару и интенсивному трению о ситовую поверхность между зерновками. В результате пыль и частицы плодовых оболочек отделяются от зерна [1]. Продукты шелушения и зерно разделяются воздушным потоком при последующей обработке.

Известна сверхвысокочастотная (СВЧ) установка с тороидальными резонаторами для термообработки зерна в процессе шелушения (патент № 2584029) [2]. Установка имеет цилиндрический экранирующий корпус с патрубками для приема сырья и выгрузки продукта. В экранирующем корпусе коаксиально расположен пустотелый вал и диэлектрический перфорированный цилиндр. На вал поярусно насажены тороидальные резонаторы с круглым сечением. Тор собран из ободков и соединен пустотелым кольцевым диском. На пустотелом вертикальном валу высверлены несколько радиальных отверстий, но при таком конструкционном исполнении рабочей камеры трудно согласовать равномерную подачу сырья в тороидальные резонаторы, расположенные ниже по ярусу, со скоростью их вращения.

Известна сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме (патент № 2641705) [3]. Внутри экранирующего корпуса соосно расположены ситовый цилиндр и роторы, установленные поярусно. Они выполнены в виде тороидальных перфорированных резонаторов, центральные части которых представлены параллельно расположенными неферромагнитными кольцевыми дисками, скрепленными диэлектрическими штифтами. По периметру дисков закреплены неферромагнитные лопасти. По внутреннему периметру тора имеется прорезь. Роторы закреплены с помощью пустотелых валов. Внутрь первого вала направлен приемный патрубок, а последний пустотелый вал в подшипниковых опорах приводится в движение от электродвигателя. Выгрузные патрубки прикреплены к основаниям ситового цилиндра и корпуса. Установка обеспечивает:

– пересыпание сырья через пустотелые валы в междисковое пространство и отбрасывание его в тороидальную часть диэлектрическими штифтами, далее пересыпание в последующее междисковое пространство;

– перемешивание сырья и равномерное распределение потока электромагнитных излучений в торе;

– термомеханическое воздействие на сырье и удаление легких примесей через перфорацию тора и ситовый цилиндр; накопление готового продукта и удаление.

Установка имеет сложное конструкционное исполнение. Проанализированы СВЧ-установки с нетрадиционными резонаторами, обеспечивающими избирательный нагрев сырья животного происхождения, на предмет реализации рабочих камер для шелушения рапса.

Известен экспериментальный образец установки для повторного обрушивания семян рапса [4]. Установка работает следующим образом. Рушанка после вальцовой мельницы поступает в загрузочный бункер. Выстраивается необходимая частота вращения барабана, на поверхности которого установлена крыльчатка с углом атаки 90° (радиальная), которая воздухом подхватывает рушанку и под действием центробежной силы отбрасывает на ударную пластину. После удара рушанки об отбойную пластинку маслянистое ядро освобождается от лузги.

Аналогом является машина для шелушения зерна и шлифования крупы А1–3ШН-3 с абразивными дисками на полом валу, расположенными в ситовом цилиндре, установленном в цилиндрическом корпусе [1]. При этом процесс шелушения зерна достаточно энергоемок. Применение указанной машины для шелушения рапса нерационально из-за особой структуры ядра.

Известно оборудование для шелушения семечек рапса ТМ-800, мощностью 10,7 кВт, производительностью 0,6–0,8 т/ч [5]. Установка имеет большие габаритные размеры 10,0 х 2,5 х 3,2 м и вес 6 т, что не приемлемо для фермерских хозяйств.

Результаты и обсуждение

Цель исследования – разработка установки для шелушения рапса путем гидромеханического разрушения и истирания оболочек о вращающиеся абразивные диски и взаимного трения зерен в ЭМПСВЧ с последующим удалением оболочек за счет продувки воздушным потоком через полый диэлектрический вал с отверстиями и перфорированный цилиндрический резонатор.

При этом предусматривается увлажнение оболочки для сохранения прочности ядра и однократный удар для разрушения прочности связей оболочек и ядра. Реализация данной идеи в конструкции установки возможна при соблюдении следующих условий:

– в горизонтально расположенном цилиндрическом корпусе, имеющем вдоль боковой поверхности прорезь и содержащем загрузочную емкость с заслонкой и распылителем, соосно установлен шлифовальный лепестковый барабан с регулируемой частотой вращения;

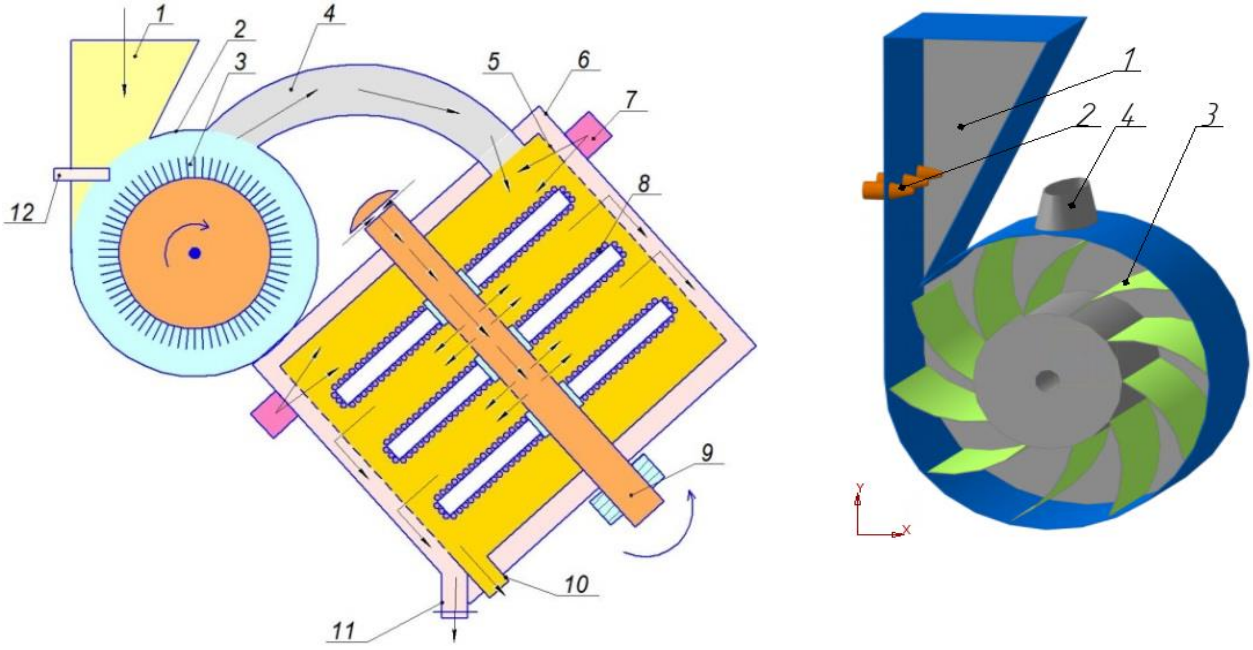
– к прорези одним концом пристыкована гибкая муфта, другим – к верхнему основанию цилиндрического резонатора, расположенного соосно в цилиндрическом экранирующем корпусе с регулируемым углом наклона;

– в цилиндрическом резонаторе с перфорированной боковой поверхностью соосно на полом диэлектрическом валу поярусно установлены мелкозернистые абразивные диски;

– к нижнему основанию резонатора пристыкована приемная емкость с заслонкой, а патрубок для выгрузки лузги пристыкован к полости между экранирующим корпусом и резонатором;

– полый диэлектрический вал имеет отверстия между ярусами абразивных дисков, а по периметру боковой поверхности экранирующего корпуса со сдвигом на 120° установлены магнетроны с воздушным охлаждением так, что излучатели направлены внутрь резонатора. Установка для шелушения рапса в ЭМПСВЧ состоит из двух модулей, соединенных с гибкой муфтой *4*. Первый модуль (рисунок 1) содержит загрузочную емкость *1* с заслонкой и распылителем воды *12*; горизонтально расположенный

цилиндрический корпус *2*; барабан *3* шлифовальный лепестковый. Второй модуль (рисунок 2) с регулируемым углом наклона содержит: цилиндрический перфорированный резонатор *5* в цилиндрическом экранирующем корпусе *6*; магнетроны *7* от СВЧ-генераторов; поярусно расположенные диски *8* из мелкозернистого абразивного материала; вал *9* полый диэлектрический с отверстиями; приемную емкость *10* с заслонкой для выгрузки ядер; патрубок *11* для выгрузки лузги. В горизонтально расположенном цилиндрическом корпусе, имеющем прорезь вдоль боковой поверхности и содержащем загрузочную емкость с заслонкой и с распылителем воды, соосно установлен барабан шлифовальный лепестковый с регулируемой частотой вращения. К прорези на боковой поверхности цилиндрического корпуса пристыкован один конец гибкой муфты, другой – к верхнему основанию цилиндрического резонатора, расположенного соосно в экранирующем корпусе с регулируемым углом наклона.



a *b*

Рисунок 1. Установка для шелушения рапса в ЭМПСВЧ: *a* – схематическое изображение; *b* – пространственное изображение первого модуля; 1 – загрузочная емкость с заслонкой; 2 – цилиндрический корпус; 3 – барабан шлифовальный лепестковый; 4 – гибкая муфта; 5 – цилиндрический перфорированный резонатор; 6 – экранирующий корпус; 7 – магнетроны от СВЧ-генераторов; 8 – диски из мелкозернистого абразивного материала; 9 – вал полый диэлектрический с отверстиями; 10 – приемная емкость; 11 – патрубок для выгрузки лузги; 12 – распылитель воды

Figure 1. Installation for peeling rapeseed in APPSVC: *a* – schematic; *b* – perspective view of the first module; 1 – boot capacity with flap; 2 – cylindrical body; 3 – drum sanding flap; 4 – sprocket; 5 – cylindrical perforated resonator; 6 – shielding housing; 7 – cavity magnetrons of the microwave generators; 8 disks of fine abrasive material; 9 – dielectric hollow shaft with holes; 10 – reception capacity; 11 – pipe for the discharge of husks; 12 – water spray

В цилиндрический резонатор установлены поярусно расположенные диски *8* на полом диэлектрическом валу. К нижнему основанию резонатора *5* пристыкована приемная емкость *10* с заслонкой, а патрубок *11* для выгрузки лузги пристыкован к полости между экранирующим корпусом *6* и резонатором *5*. Полый диэлектрический вал *9* имеет отверстия между ярусами абразивных дисков *8*, а по периметру боковой поверхности экранирующего корпуса со сдвигом на 120° установлены магнетроны с воздушным охлаждением, так, что излучатели направлены внутрь перфорированного резонатора.

Технологический процесс шелушения рапса за счет гидромеханического разрушения и истирания оболочек в резонаторной камере сверхвысокочастотной установки происходит следующим образом. Включают электродвигатель барабана *3* шлифовального лепесткового, обеспечивающего эффективную частоту вращения. В зависимости от физико-механических свойств семян рапса устанавливают оптимальный угол наклона второго модуля, содержащего поярусно расположенные абразивные диски *8* на полом валу *9*. Включают электропривод дисков для вращения с оптимальной скоростью.

Открывают заслонку загрузочной емкости на необходимый расход. Включают распылитель воды *12*. Засыпают рапс в загрузочную емкость.

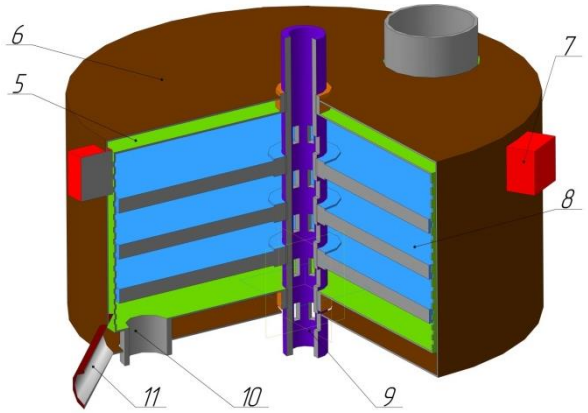


Рисунок 2. Пространственное изображение второго модуля установки для шелушения рапса в ЭМПСВЧ

Figure 2. Spatial images of the second module installer for peeling rapeseed in MPSVC

После чего рапс, поверхность которого увлажнена распылителем, с помощью шлифовальных лепестков барабана *3* за счет центробежной силы выбрасывается через прорезь на боковой поверхности корпуса *2* в гибкую муфту *4*. Форма гибкой муфты *4* отрегулирована с учетом траектории движения зерен рапса после отрыва от шлифовальных лепестков барабана *3*. Шлифовальные лепестки барабана *3* обеспечивают микротрещины в покрове зерен рапса, что способствует усилению градиента влажности к центру зерна, а следовательно, снижению вероятности раскола ядра при ударе о поверхность абразивного диска. Далее зерна рапса ударяются о диск верхнего яруса, находящегося в перфорированном резонаторе, где возбуждено ЭМПСВЧ. Удар обеспечивает разрушение связи между ядром и лузгой, т. е. нарушается целостность лузги. В процессе вращения дисков мелкозернистый абразивный материал сдирает лузгу. Причем градиент температуры и градиент влажности, направленные от центра к периферии семян рапса, в процессе термообработки в ЭМПСВЧ обеспечивают полное шелушение, т. е. отделение ядра от лузги. Ядро выводится через патрубок *10*. Гидротермическая обработка рапса снижает хрупкость ядра.

Воздушный поток, проходя через полый вал *9* и отверстия, имеющиеся между абразивными дисками *8*, и через перфорированный цилиндрический резонатор, уносит лузгу и мучку в кольцевую полость между резонатором и экранирующим корпусом, далее смесь лузги и мучки выводится через патрубок *11*. После чего отличающуюся аэродинамическими свойствами лузгу отвеивают в аспираторах.

Большая скорость вращения барабана 3 шлифовального лепесткового может привести к разрушению ядра в процессе удара об абразивные диски, поэтому сила удара должна обеспечить только разрушение связи между ядром и лузгой увлажненного рапса. Угол наклона модуля, а следовательно, дисков *8* также влияет на силу удара. Поэтому чем больше угол наклона абразивных дисков, тем меньше сила удара семян рапса, но продолжительность нахождения семян на диске больше, и, следовательно, истирание покрова семян больше и больше продолжительность воздействия ЭМПСВЧ. Скорость удара зерен рапса о вращающиеся абразивные диски, при которой происходит шелушение, зависит от влажности и сортовых особенностей.

Продолжительность нахождения семян в ЭМПСВЧ зависит от скорости вращения абразивных дисков и угла наклона второго модуля. При большой скорости вращения дисков активнее будет задействован мелкозернистый абразивный материал на его боковой поверхности. Достоинства предлагаемой установки: высокая технологическая эффективность, сравнительно малые энергетические затраты.

Технико-экономическая оценка внедрения установки для шелушения рапса в ЭМПСВЧ

Нами проанализирована экономическая эффективность применения установки для шелушения рапса в электромагнитном поле сверхвысокой частоты с учетом балансовой стоимости конструкции, эксплуатационных затрат на обеспечение процесса проектного и базового вариантов. С учетом затрат труда на сборку конструкции примерная балансовая стоимость установки составляет 130 тыс. р. Проектируемая производительность установки для шелушения рапса равна 0,25 т/ч. Общая мощность установки составляет 10 кВт. В том числе мощность электродвигателя для привода вала 3,4 кВт, мощность СВЧ-генераторов 3,6 кВт, мощность вентилятора для охлаждения магнетронов 0,25 Вт, мощность привода барабана 1,5 кВт, мощность для перемещения воздуха через пустотелый вал 1,25 кВт. Энергетические затраты 40 кВт·ч/т. По известной методике подсчитана разность приведенных затрат на технологический процесс шелушения рапса базовым и проектным вариантами.

Эксплуатационные расходы на шелушения рапса в СВЧ-установке (таблица 1).

Производительность СВЧ-установки составляет 0,25 т/ч:

– за смену 0,25·7 = 1,75 т/смену;

– за месяц (22 рабочих дней):

1,75·22 = 38,5 т/мес;

Затраты на оплату труда оператора, обслуживающего установку, составляет

$$8800 \cdot 1{,}09 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}97 = 22675{,}5 \text{ р./мес},$$

где 8800 р. – минимальная оплата труда оператора 1-го разряда; 1,09 – тарифный коэффициент работника 3-го разряда; 1,2 – отраслевой коэффициент за условия труда; 1,97 – общий коэффициент всех доплат и начислений к тарифной ставке.

Затраты на электроэнергию:

$$40 \text{ кВт·ч/т} \cdot 38{,}5 \text{ т/мес} \cdot 2{,}8 \text{ р./кВт·ч} = 4312 \text{ р./мес}.$$

Амортизационные отчисления:

$$130\,000 \cdot 0{,}2/12 = 2167 \text{ р./мес}.$$

Текущий ремонт:

$$130000 \cdot 0{,}24/12 = 2600 \text{ р./мес}.$$

Прочие расходы:

$$(22675{,}5 + 4312 + 2167 + 2600) \cdot 0{,}05 = 1588 \text{ р./мес}.$$

Общехозяйственные и общепроизводственные расходы:

$$(22675{,}5 + 4312 + 2167 + 2600 + 1588) \cdot 0{,}15 = 4641 \text{ р./мес}.$$

Общая сумма эксплуатационных расходов:

$$22675{,}5 + 4312 + 2167 + 2600 + 1588 + 4641 = 35584 \text{ р./мес}.$$

Себестоимость эксплуатационных затрат на шелушение рапса:

$$35584/38{,}5 = 924 \text{ р./т}.$$

Себестоимость рапса по проектному варианту. Цена нешелушенного рапса 20000 р./т.

Себестоимость шелушенного рапса $20000 + 924 = 20924$ р./т.

Таблица 1.

Экономические показатели внедрения СВЧ-установки

Table 1.

Economic indicators of microwave installation implementation

Показатели | Indicators	Базовая Base	Проектная Design
Балансовая стоимость, р. | Book value, RUB.	600000	130000
Производительность установки, т/ч | Plant capacity, t / h	0,25	0,25
Потребляемая мощность, кВт | Power consumption, kW	27	10
Потребляемая электроэнергия, кВт·ч/т | Electricity consumption, kWh / t	108	40
Эксплуатационные расходы на сбор волосяного покрова, р./мес Operating costs for hair collection, RUB / month	65403	35584
Себестоимость расходов на шелушение рапса, р./т Cost of rapeseed peeling costs, RUB / t	1699	924
Цена рапса, р./т | Price of rapeseed, RUB/t	20000	20000
Себестоимость шелушенного рапса, р./т | The cost of the rapeseed peeling, RUB/t	21699	20924
Цена реализации пуха, р./т | Sale price of down, RUB t	22000	22000
Прибыль, р./т | Profit, RUB/t	300	1076
Объем шелушенного рапса, т/ мес. | The volume of shelled rapeseed, t month	38,5	38,5
Капитальные затраты, р./(т/мес.) | Capital cost, RUB/(t/month)	15584	3377
Экономический эффект, р./мес. | Economic effect, RUB/month ((1699 + 0,2·15584) – (924 + 0,2·3377))·38,5	123832	
Рентабельность, % | Profitability, %	1,4	5,14
Срок окупаемости, мес. | Payback period, month		1

Эксплуатационные затраты на обеспечение процесса базового варианта. За базовый вариант принимаем машину для шелушения зерна постепенным снятием оболочек в результате их интенсивного истирания марки А1-ЗШН-3 [6]. Стоимость такой установки – 600 тыс. р. Производительность для шелушения проса 0,25 т/ч, количество абразивных кругов 6 шт., частота вращения вала 850 об/мин., расход воздуха на аспирацию до 900 м^3/ч. Мощность электродвигателя для привода вала 22 кВт, а вентилятора – 5 кВт. Общая мощность машины 27 кВт. Энергетические затраты 108 кВт·ч/т.

Затраты на оплату труда оператора 22675,5 р./мес.

Затраты на электроэнергию:

$$108 \text{ кВт·ч/т} \cdot 38{,}5 \text{ т/мес.} \cdot 2{,}8 \text{ р./кВт·ч} = 11642 \text{ р./мес}.$$

Амортизационные отчисления:

$$600\,000 \cdot 0{,}2/12 = 10000 \text{ р./мес}.$$

Текущий ремонт:

$$600000 \cdot 0{,}24/12 = 12000 \text{ р./мес}.$$

Прочие расходы:

$$(22675{,}5 + 11642 + 10000 + 12000) \cdot 0{,}05 = 2816 \text{ р./мес}.$$

Общехозяйственные и общепроизводственные расходы:

$$(22675{,}5 + 11642 + 10000 + 12000 + 2816)\cdot 0{,}15 = 8870 \text{ р./мес.}$$

Общая сумма эксплуатационных расходов:

$$22675{,}5 + 11642 + 10000 + 12000 + 2816 + 8870 = 65403 \text{ р./мес.}$$

Себестоимость эксплуатационных затрат на шелушение рапса:

$$65403/38{,}5 = 1699 \text{ р./т.}$$

Себестоимость рапса по проектному варианту 20000 + 1699 = 21699 р.

Экономический эффект от применения СВЧ-установки для шелушения рапса составляет 124 тыс. р./мес. при объеме выработанной продукции 38,5 т/мес., рентабельность повысится на 3,7%.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бутковский В.А., Мельников Е.М. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства. М.: Агропромиздат, 1989. 464 с.

2 Пат. № 2641705, RU, A23N17/00. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме / Осокин В.Л., Коробков А.Н., Белов А.А., Михайлова О.В., Новикова Г.В.; заявитель и патентообладатель ООО «НГИЭИ-ЭНЕРГО. № 2016148587; Заявл. 09.12.2016; Опубл. 22.01.2018, Бюл. № 3.

3 Тараканов Д.А., Михайлова О.В., Коробков А.Н. Разработка СВЧ-установки для пастеризации отбракованного молока // Вестник НГИЭИ. 2018. № 10 (89). С. 44–55.

4 Оборудование для шелушения семечек рапса ТМ-800. URL: http://apkonline.ru/oborudovanie-orekhi-semechki/oborudovanie-dlya-shelusheniya-semechek-rapsa-tm-800–88474.htm

5 Zhang J., Wagan T.A., Chakira H., Liu X. et al. Effects of Electromagnetic Fields on Liriomyza brassicae, Lipaphis pseudobrassicae and Cornu aspersum Populations // Journal of the Kansas Entomological Society. 2016. V. 89. № 4. P. 338–345.

6 Han Z., Cai M.J., Cheng J.H., Sun D.W. Effects of electric fields and electromagnetic wave on food protein structure and functionality: A review // Trends in food science & technology. 2018. V. 75. P. 1–9.

7 Fan Y. et al. Microwave-induced carbonization of rapeseed shell for bio-oil and bio-char: Multi-variable optimization and microwave absorber effect // Energy Conversion and Management. 2019. V. 191. P. 23–38.

8 Xu B., Wei B., Ren X., Liu Y. et al. Dielectric Pretreatment of Rapeseed 1: Influence on the Drying Characteristics of the Seeds and Physico-chemical Properties of Cold-Pressed Oil // Food and bioprocess technology. 2018. V. 11. № 6. P. 1236–1247.

9 Bulak P., Lata L., Plak A., Wiącek D. et al. Electromagnetic field pretreatment of Sinapis alba seeds improved cadmium phytoextraction // International journal of phytoremediation. 2018. V. 20. № 4. P. 338–342.

10 Bansal N., Dhaliwal A.S., Mann K.S. Dielectric characterization of rapeseed (Brassica napus L.) from 10 to 3000 MHz // Biosystems Engineering. 2016. V. 143. P. 1–8.

REFERENCES

1 Butkovskiy V.A., Melnikov E.M. Tekhnologiya mukomol'nogo, krupyanogo i kombikormovogo proizvodstva [Technology of milling, grain and feed production]. Moscow, Agropromizdat, 1989. 464 p. (in Russian).

2 Osokin V.L., Korobkov A.N., Belov A.A., Mikhailova O.V., Novikova G.V. Sverkhvysokochastotnaya ustanovka dlya obezzarazhivaniya sypuchego syr'ya v nepreryvnom rezhime [Microwave installation for continuous disinfection of bulk materials]. Patent RF, no. 2641705, 2018.

3 Tarakanov D.A., Mikhailova O.V., Korobkov A.N. Development of a microwave installation for pasteurization of rejected milk. *Vestnik NGIEI* [Herald NGIEI]. 2018. no. 10 (89). pp. 44–55. (in Russian).

4 Oborudovaniye dlya shelusheniya semechek rapsa TM 800 [Equipment for peeling rapeseed TM-800]. Available at: http://apkonline.ru/oborudovanie-orekhi-semechki/oborudovanie-dlya-shelusheniya-semechek-rapsa-tm-800–88474.htm (in Russian).

5 Zhang J., Wagan T.A., Chakira H., Liu X. et al. Effects of Electromagnetic Fields on Liriomyza brassicae, Lipaphis pseudobrassicae and Cornu aspersum Populations. Journal of the Kansas Entomological Society. 2016. vol. 89. no. 4. pp. 338–345.

6 Han Z., Cai M.J., Cheng J.H., Sun D.W. Effects of electric fields and electromagnetic wave on food protein structure and functionality: A review. Trends in food science & technology. 2018. vol. 75. pp. 1–9.

7 Fan Y. et al. Microwave-induced carbonization of rapeseed shell for bio-oil and bio-char: Multi-variable optimization and microwave absorber effect. Energy Conversion and Management. 2019. vol. 191. pp. 23–38.

8 Xu B., Wei B., Ren X., Liu Y. et al. Dielectric Pretreatment of Rapeseed 1: Influence on the Drying Characteristics of the Seeds and Physico-chemical Properties of Cold-Pressed Oil. Food and bioprocess technology. 2018. vol. 11. no. 6. pp. 1236–1247.

9 Bulak P., Lata L., Plak A., Wiącek D. et al. Electromagnetic field pretreatment of Sinapis alba seeds improved cadmium phytoextraction. International journal of phytoremediation. 2018. vol. 20. no. 4. pp. 338–342.

10 Bansal N., Dhaliwal A.S., Mann K.S. Dielectric characterization of rapeseed (Brassica napus L.) from 10 to 3000 MHz. Biosystems Engineering. 2016. vol. 143. pp. 1–8.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга В. Михайлова д.т.н., профессор, кафедра инфокоммуникационных технологий и систем связи, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22, г. Княгинино, 606340, Россия, ds17823@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga V. Mikhailova Dr. Sci. (Engin.), professor, infocommunication technologies and communication systems department, Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya st., 22, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russia, ds17823@yandex.ru

Марьяна В. Белова д.т.н., профессор, д.т.н., профессор, кафедра электрификации и автоматизации, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22, г. Княгинино, 606340, Россия, maryana_belova_803@mail.ru

Алексей Н. Коробков к.т.н., доцент, кафедра электрификации и автоматизации, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22, г. Княгинино, 606340, Россия, aleksey.korobkov52@mail.ru

Галина В. Новикова д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22, г. Княгинино, 606340, Россия, NovikovaGalinaV@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.03.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2019

Mariana V. Belova Dr. Sci. (Engin.), professor, electrification and automation department, Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya st., 22, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russia, maryana_belova_803@mail.ru

Aleksey N. Korobkov Cand. Sci. (Engin.), docent, electrification and automation department, Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya st., 22, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russia, aleksey.korobkov52@mail.ru

Galina V. Novikova Dr. Sci. (Engin.), professor, lead researcher, Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya st., 22, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russia, NovikovaGalinaV@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.10.2019

ACCEPTED 5.18.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 66.665.2

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-35-40

Энергосберегающая технология выделения белоксодержащих фракций из масличных семян с применением пароэжекторного теплового насоса

Александр А. Шевцов [1] shevalol@rambler.ru
Татьяна Н. Тертычная [2] tertychnaya777@yandex.ru
Владимир В. Ткач [3] tkachbalian@yandex.ru
Наталья А. Сердюкова [3] nata29m@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I
[3] Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Аннотация. Предложен технологический цикл комплексной переработки масличных семян с получением растительного масла, растворимой и нерастворимой фракции из смеси измельченной выжимки с нагретой водой; белка из растворимой фракции, высушенной нерастворимой фракции. Основным принципиальным решением по снижению энергозатрат являлся оптимальный выбор перепадов температур в испарителе и секциях двухсекционного конденсатора при получении сушильных агентов, охлаждающего воздуха и теплой воды. Отклонение от этих значений неизбежно приводит к увеличению потребляемой энергии: понижение температуры кипения хладагента в испарителе на 1° С приводит к необходимости увеличения расхода рабочего пара в эжектор пароэжекторного теплового насоса, а следовательно к перерасходу энергии на 5–7%, а повышение температуры конденсации на 1° С приводит к увеличению расхода энергии на 2,0–2,5%. Предлагаемая технология расширяет границы энергоэффективного сопряжения объектов различных температурных потенциалов на основе утилизации и рекуперации вторичных энергоресурсов. В полной мере реализован универсальный подход в создании конкурентоспособной технологии, обеспечивающей выработку тепла и холода для совместно протекающих теплотехнологических процессов. Созданы экологически безопасные условия в реализации технологии за счет применения воды в качестве хладагента, исключая использование токсичных, взрыво- и пожароопасных рабочих сред, а также за счет организации замкнутых рециркуляционных схем по материальным и энергетическим потокам со значительным снижением отвода вторичных энергоресурсов из схемы тепло- и холодоснабжения.

Ключевые слова: масличные семена, белоксодержащие фракции, пароэжекторный тепловой насос, термодинамический цикл

Energy saving technology of allocation of protein-bearing fractions from oilseeds with use of the paroezhektorny thermal pump

Aleksandr A. Shevtsov [1] shevalol@rambler.ru
Tatyana N. Tertychnaya [2] tertychnaya777@yandex.ru
Vladimir V. Tkach [3] tkachbalian@yandex.ru
Natalia A. Serdyukova [3] nata29m@mail.ru

[1] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
[2] Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great
[3] Military training and research center of the air force "Air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin"

Abstract. The production cycle of complex processing of oilseeds with receiving vegetable oil, soluble and insoluble fraction from mix of the crushed pressing with heated water is offered; a squirrel from soluble fraction, the dried-up insoluble fraction. The main basic decision on decrease in energy consumption was the optimum choice of temperature differences in the evaporator and sections of the two-section condenser when receiving drying agents, the cooling air and warm water. The deviation from these values inevitably leads to increase in the consumed energy: fall of temperature of boiling of coolant in the evaporator on 1 °C results in need of increase in a consumption of working steam in the ejector of the paroezhektorny thermal pump, and therefore to an energy overexpenditure for 5–7 %, and temperature increase of condensation on 1° C leads to increase in power consumption by 2.0–2.5 %. The offered technology expands borders of energy efficient interface of objects of various temperature potentials on the basis of utilization and recovery of secondary energy resources. Universal approach in creation of the competitive technology providing heat generation and cold weather for in common proceeding heattechnological processes is fully realized. Ecologically safe conditions in implementation of technology due to use of water as coolant, excepting use toxic, vzryvo – and fire-dangerous working environments and also at the expense of the organization of the closed recirculation schemes for material and power streams with considerable decrease in removal of secondary energy resources from the scheme warm and cold supply are created.

Keywords: oilseeds, protein-bearing fractions, thermal pump, thermodynamic cycle

Для цитирования

Шевцов А.А., Тертычная Т.Н., Ткач В.В., Сердюкова Н.А. Энергосберегающая технология выделения белоксодержащих фракций из масличных семян с применением пароэжекторного теплового насоса // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 35–40. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-35-40

For citation

Shevtsov A.A., Tertychnaya T.N., Tkach V.V., Serdyukova N.A. Energy saving technology of allocation of protein-bearing fractions from oilseeds with use of the paroezhektorny thermal pump. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 35–40. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-35-40

Введение

В настоящее время важнейшим приоритетом является разработка энергосберегающих технологий переработки растительного сырья в белковые продукты и компоненты с последующим использованием растительных белков в пищевой и комбикормовой промышленности [1].

Создание безотходных технологий переработки вторичного возобновляемого растительного сырья в белоксодержащие продукты, отвечающих требованиям экологической безопасности и энергетической эффективности, составляет значительную часть научных исследований и приобретает особую значимость в практической реализации получаемых научных результатов [2–3].

В этом направлении предложены способы комплексной переработки семян масличных культур в белоксодержащие продукты, основанные на эффективном замещении традиционных энергоносителей на теплоту альтернативных возобновляемых источников посредством парокомпрессионных тепловых насосов [4–6].

Однако следует отметить, что использование парокомпрессионных тепловых насосов связано с применением токсичных хладагентов, что не может не отразиться на экологической безопасности пищевых технологий. Наличие поршневой системы компрессора требует плановых остановок на профилактическое обслуживание и внеплановых при возможных сбоях в механическом приводе. Использование парокомпрессионных тепловых насосов связано с установкой дорогостоящего оборудования с существенными эксплуатационными затратами и весьма значительным сроком окупаемости, что приведет к увеличению себестоимости целевых продуктов. При отсутствии источников теплоты в условиях децентрализованных систем теплоснабжения, когда тепловая энергия генерируется непосредственно на объектах переработки масличных семян целесообразно применять пароэжекторный тепловой насос. При этом появляется возможность использовать теплоту низкотемпературного потенциала, в частности, бросового тепла газотурбинных установок и котельных агрегатов, что позволит эффективно решать задачи энергосбережения.

Цель работы – разработка технологии комплексной переработки семян масличных культур с выделением белоксодержащих фракций с применением пароэжекторного теплового насоса, обеспечивающего повышение надежности эксплуатации основного и вспомогательного оборудования, снижение себестоимости целевых продуктов, повышение экологической безопасности и энергетической эффективности теплотехнологических процессов.

Методы повышения энергоэффективности

В соответствии с поставленной целью технологический цикл предлагаемой технологии осуществлялся по схеме (рисунок 1).

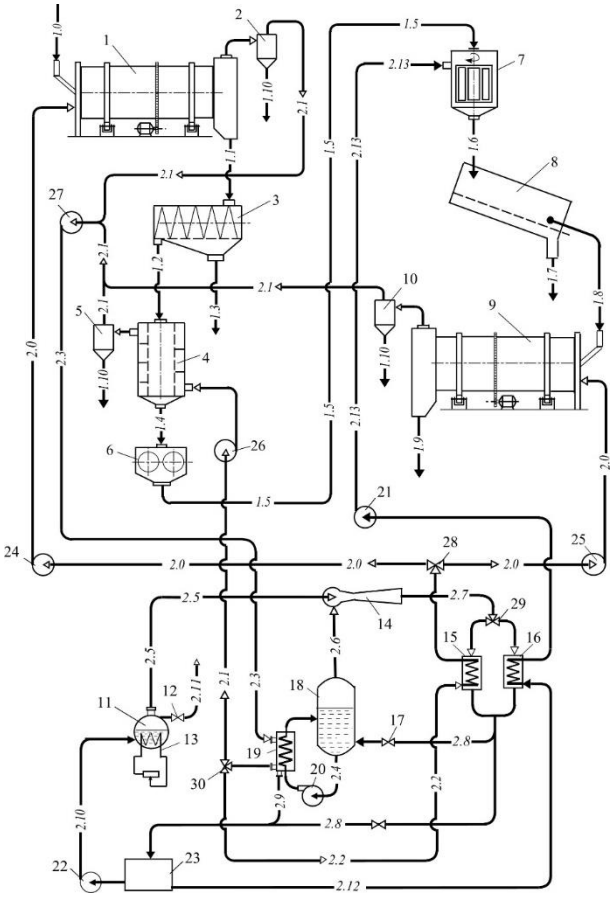


Рисунок 1. Технологическая схема выделения белоксодержащих фракций из семян масличных культур

Figure 1. Technological scheme of separation of protein-containing fractions from oilseeds

Схема содержит барабанные сушилки 1, 9; циклоны 2, 5, 10; шнековый маслопресс 3; гравитационный охладитель 4; валковую мельницу 6; смеситель с рамной мешалкой 7; вибросито 8; пароэжекторный тепловой насос, включающий парогенератор 11 с предохранительным клапаном 12 и нагревательными элементами 13; эжектор 14; секции для нагревания воздуха 15 и воды 16 двухсекционного конденсатора, установленные параллельно; терморегулирующий вентиль 17; испаритель 18; холодоприемник 19; насосы 20; 21, 22; сборник конденсата 23, вентиляторы 24, 25, 26, 27; распределители потока 28, 29, 30; потоки:

1.0 – исходных бобов сои в барабанную сушилку; *1.1* – высушенных бобов сои в шнековый маслопресс; *1.2* – выжимки из маслопресса в охладитель; *1.3* – отвода соевого масла из маслопресса; *1.4* – охлажденной выжимки на измельчение в валковую мельницу; *1.5* – измельченной выжимки на смешивание с теплой водой в смеситель с вибромешалкой; *1.6* – соевой суспензии из смесителя на вибросито; *1.7* – отвода растворимой фракции соевой суспензии проходом через вибросито; *1.8* – нерастворимой фракции соевой суспензии сходом с вибросита на сушку; *1.9* – высушенной нерастворимой фракции; *1.10* – взвешенных твердых частиц из циклонов; *2.0* – сушильного агента из секции конденсатора для нагрева воздуха в барабанные сушилки; *2.1* – кондиционированного воздуха из холодоприемника в гравитационный охладитель; *2.2* – кондиционированного воздуха из холодоприемника в секцию конденсатора для нагрева воздуха; *2.3* – подачи отработанных сушильных агентов после барабанных сушилок через циклоны и воздуха после гравитационного охладителя в холодоприемник; *2.4* – рециркуляции хладагента через холодоприемник; *2.5* – рабочего пара; *2.6* – эжектируемого пара; *2.7* – смеси рабочего и эжектируемого паров; *2.8* – конденсата из секции конденсатора для нагревания воды в испаритель и в сборник конденсата; *2.9* – конденсата из холодоприемника в сборник конденсата; *2.10* – воды из сборника конденсата в парогенератор; *2.11* – сброса давления; *2.12* – воды из сборника конденсата в секцию конденсатора для нагревания воды; *2.13* – подачи теплой воды в смеситель.

Исходные семена, высушенные в барабанной сушилке 1 при температуре сушильного агента 80–85 °С до влажности 10–12%, направляют в шнековый маслопресс 3, конструктивные параметры которого выбираются из условия [9]:

$$D^2 - d^2 = G / (0{,}013t \cdot n \cdot \rho(1 - k_в)\eta),$$

где G – производительность маслопресса по высушенным семенам, кг/с; D – диаметр шнека, м; d – диаметр вала шнека; t – шаг витка шнека; ρ – средняя объемная масса прессуемого материала; кг/м^3; $k_в$ – коэффициент, учитывающий обратное движение прессуемого материала вдоль винтового канала и через радиальный зазор между шнеком и перфорированным цилиндром (зеером); n – частота вращения шнека, об/мин; η – коэффициент полезного действия пресса.

Полученные выжимки сначала охлаждаются в гравитационном охладителе 4 до температуры 10–15 °С, а затем направляются в валковую мельницу 6. При размоле происходит разрушение выжимок до фракции не более 50 мкм с разрушением клеточных оболочек и самосогреванием массы за счет сил трения до температуры 55 °С. В результате получают муку с высоким содержанием общего белка (таблица 1).

Анализ резервов эффективности

Производительность валковой мельницы, степень измельчения и расход энергии взаимосвязаны и определяются отношением окружных скоростей, диаметром и геометрической формой вальцов, профилем и характеристикой рифлей [8, 9].

После размола полученная масса разбавляется теплой водой и перемешивается в смесителе 6 до достижения однородности по всему объему получаемой суспензии. Равномерное распределение твердых частиц в жидкости при перемешивании определяется из ограничения:

$$\left\{ h_{\min} = h - \frac{\varpi_{раб}{}^2 R^2}{4g} \right\} \le h_р \le \left\{ h_{\max} = h + \frac{\varpi_{раб}{}^2 R^2}{4g} \right\},$$

где $h_{мин}$ – минимальная высота жидкости в аппарате, м; h – уровень жидкости в спокойном состоянии, м; $\omega_{раб}$ – угловая скорость вращения лопасти, с$^{-1}$; g – ускорение свободного падения, м/с^2; R – радиус аппарата, м.

Для каждой масличной культуры оптимальное значение $\omega_{раб}$ с точки зрения ограничения определяется экспериментально.

Полученная суспензия из смесителя 7 подается на вибросито 8, где разделяется на фракции: растворимую и нерастворимую (окару). Изменяя соотношение компонентов (измельченной выжимки и воды), температуру воды и время перемешивания, можно управлять процессом перехода белка и жира из нерастворимой фракции в растворимую, тем самым либо увеличивая количество белка в растворе, либо оставляя его в нерастворимой фракции (окаре).

Растворимая фракция суспензии в качестве промежуточного белоксодержащего продукта отводится проходом через вибросито 8 и в дальнейшем используется в кормопроизводстве при составлении рационов кормления сельскохозяйственных животных. Нерастворимая фракция высушивается в барабанной сушилке 9 до влажности 7–10%, с которой подается на хранение с последующим использованием в кондитерской отрасли, а также в рационах кормления сельскохозяйственных животных.

Потоки отработанных сушильных агентов после барабанных сушилок 1, 8, а также поток отработанного воздуха после гравитационного охладителя 4 подвергаются очистке в циклонах 2, 10, 5 от содержащихся взвешенных твердых

частиц, объединяются и направляются в холодоприемник 19 пароэжекторного теплового насоса, который работает по следующему термодинамическому циклу.

В парогенераторе 11 посредством нагревательных элементов 13 вырабатывается рабочий пар с температурой 86–90 °С и под давлением 0,06–0,07 МПа направляется в сопло эжектора 14, вовлекая эжектируемые пары хладагента, в качестве которого используется вода, из испарителя 18, при этом создается пониженное давление 0,0009–0,001 МПа с температурой кипения хладагента 4–7 °С и поддерживается коэффициент эжекции пароэжекторного теплового насоса в диапазоне 4–5. Хладагент с помощью насоса 20 циркулируется через холодоприемник 19, в котором за счет рекуперативного теплообмена охлаждается воздух до температуры «точки росы», а влага, содержащаяся в воздухе, конденсируется в виде капельной жидкости и отводится в сборник конденсата 23.

Образовавшаяся после эжектора 14 смесь эжектируемого и рабочего пара направляется через распределитель 29 в секции 15 и 16 двухсекционного конденсатора.

Часть образовавшегося после секций конденсатора 12 и 13 водяного конденсата направляется через терморегулирующий вентиль 17 в испаритель 18 для пополнения в нем убыли воды, а другая избыточная часть конденсата отводится в сборник конденсата 18.

Из сборника конденсата осуществляется подача воды в парогенератор 11 и в секцию конденсатора 16 для нагревания воды с последующей подачей теплой воды с температурой 55–65 °С на смешивание с выжимкой. При увеличении давления пара в парогенераторе 11 более 0,07 МПа срабатывает предохранительный клапан 12, осуществляющий сброс давления.

Кондиционированный воздух, полученный в холодоприемнике 19, с помощью распределителя 30 разделяется на две части. Одна часть нагревается в секции двухсекционного конденсатора для нагревания воздуха и в качестве сушильного агента подается в барабанные сушилки 1 и 9, а другая часть подается в гравитационный охладитель 4 на охлаждение выжимки с образованием замкнутых термодинамических циклов.

Производственная проверка предлагаемой технологии комплексной переработки семян масличных культур осуществлялась на экспериментальной поточной линии производительностью 7–10 т/ч со следующими характеристиками пароэжекторного теплового насоса:

Мощность парогенератора, кВт	20
Температура кипения:	
в испарителе, °С	4
в парогенераторе, °С	88
Температура конденсации, °С	127
Температура воды на входе в конденсатор, °С	15
Коэффициент эжекции	4
Площадь теплообменной поверхности холодоприемника, $м^2$	8
Коэффициент теплопередачи холодоприемника, $Вт/м^2 \cdot °С$	92
Площадь теплообменной поверхности секций конденсатора, $м^2$:	
для нагревания воздуха	6
для нагревания воды	4
Коэффициент теплопередачи секции конденсатора:	
для нагревания воздуха, $Вт/м^2 \cdot °С$	49
для нагревания воздуха, $Вт/м^2 \cdot °С$	88
Хладагент	вода

Конструкция пароэжекторного теплового насоса не содержит движущихся быстроизнашивающихся элементов, благодаря чему обеспечивается его безотказная работа длительными циклами без непосредственного обслуживания. При этом минимизированы объемы текущего ремонта, стоимость и потребность в запасных частях и вспомогательных материалах.

Рациональное использование тепловой и электрической энергии в системе холодо- и теплоснабжения с применением пароэжекторного теплового насоса рассматривалось с точки зрения снижения себестоимости получаемых целевых и промежуточных продуктов. Основным принципиальным решением по снижению энергозатрат являлся оптимальный выбор перепадов температур в испарителе и секциях двухсекционного конденсатора при получении сушильных агентов, охлаждающего воздуха и теплой воды. Отклонение от этих значений неизбежно приводит к увеличению потребляемой энергии: понижение температуры кипения хладагента в испарителе на 1 °С приводит к необходимости увеличения расхода рабочего пара в эжектор пароэжекторного теплового насоса, а следовательно, к перерасходу энергии на 5–7%, а повышение температуры конденсации на 1 °С приводит к увеличению расхода энергии на 2,0–2,5% [10].

В ходе производственных испытаний технологии выделения белоксодержащих фракций из семян масличных культур с применением пароэжекторного теплового насоса установлены рациональные интервалы технологических параметров на каждой стадии производства, обусловленные как экономической целесообразностью, так и получением продуктов высокого качества (таблица 1).

Таблица 1.

Технологические параметры семян масличных культур на различных стадиях технологии

Table 1.

Technological parameters of oilseeds at different stages of technology

Параметры	Characteristic	Соя | Soy	Рапс | Canola	Лен | Flax
Влажность семян, %:	Seed moisture, %:			
начальная	initial	20–23	18–23	30–35
конечная	final	10–12	7–8	8–9
Температура, °С:	Temperature, °С:			
сушильного агента	drying agent	90–95	90–95	70–80
нагревания семян	heating the seeds	80–85	80–85	60–70
кондиционированного воздуха	conditioned air	7–10	7–10	7–10
охлажденной выжимки	chilled pomace	12–17	14–15	13–16
смешивания выжимки с водой	mixing pomace with water	57–60	50–53	55–59
Влагосодержание, кг/кг:	Moisture content, kg / kg:			
сушильного агента	drying agent	0,005–0,007	0,005–0,008	0,006–0,009
кондиционированного воздуха	conditioned air	0,015–0,020	0,014–0,019	0,017–0,023
Скорость, м/с:	Speed, m / s:			
сушильного агента	drying agent	8,5–11,5	7,8–8,20	4,0–5,0
воздуха в зону охлаждения	air to cooling zone	5,8–6,0	6,0–6,2	3,8–4,5
Влажность нерастворимой фракции, %	Moisture insoluble fraction, %	7–10%	6–8%	8–10%
Содержание общего белка,	Total protein content,	48,3–49,7	38,2–40,4	27,2–28,5
Содержание белков, % к общему белку:	Protein content, % to total protein:			
сумма растворимых белков	sum of soluble proteins	87,1–89,9	85,8–90,7	74,4–75,9
нерастворимый белковый остаток	insoluble protein residue	9,1–12,9	9,3–14,2	24,1–25,6
Частота вращения дисковой вибромешалки, об/мин	The rotation frequency of the disk vibromassage, rpm	200–220	185–195	190–210
Амплитуда колебаний дисковой вибромешалки, мм	The oscillation amplitude of disk vibromassage, mm	1,5–2,0	1,5–2,0	1,5–2,0

Заключение

Предлагаемая технология расширяет границы энергоэффективного сопряжения объектов различных температурных потенциалов на основе утилизации и рекуперации вторичных энергоресурсов. При этом в полной мере реализован универсальный подход в создании конкурентоспособной технологии, обеспечивающей выработку тепла и холода для совместно протекающих теплотехнологических процессов. Созданы экологически безопасные условия в реализации технологии за счет применения воды в качестве хладагента, исключая использование токсичных, взрыво- и пожароопасных рабочих сред, а также за счет организации замкнутых рециркуляционных схем по материальным и энергетическим потокам со значительным снижением отвода вторичных энергоресурсов из схемы тепло-и холодоснабжения. В качестве рабочего тела используется водяной пар с давлением 0,05–0,06 МПа, благодаря чему достигается экономия электроэнергии, которая расходуется только на работу органов управления, насосов хладагента и воды, теплонагревательных элементов парогенератора. Пароэжекторный тепловой насос позволяет снизить удельные энергозатраты на 5–7%, и, как следствие, снизить себестоимость целевых и промежуточных продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кудинов П.И., Щеколдина Т.В., Слизькая А.С. Современное состояние и структура мировых ресурсов растительного белка // Известия вузов. Пищевая технология. 2012. № 5–6. С. 35–38.

2 Компанцев Д.В., Попов А.В., Привалов И.М., Степанова Э.Ф. Белковые изоляты из растительного сырья: обзор современного состояния и анализ перспектив развития технологий получения белковых изолятов из растительного сырья // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 1. С. 58–69.

3 Карабутов В.В., Горшкова Л.М., Лабейко М.А., Федякина З.П. Получение пищевых белковых продуктов из семян и шротов подсолнечника и их использование // Вестник национального технического университета «ХПИ». 2008. Т. 43. С. 9–13.

4 Шевцов А.А., Бунин Е.С., Ткач В.В., Сердюкова Н.А. и др. Эффективное внедрение парокомпрессионного теплового насоса в линию комплексной переработки семян масличных культур // Хранение и переработка сельхозсырья. 2018. № 1. С. 60–64.

5 Пат. № 2619278, RU, C11B 1/06 (2006.01). Линия производства растительного масла / Фролова Л.Н., Шевцов А.А., Лыткина Л.И., Василенко В.Н., Русина К.Ю. № 2015147604; Заявл. 06.11.2015; Опубл. 15.05.2017, Бюлл. № 14.

6 Пат. № 2688467, RU, C11B 1/06. Способ управления линией комплексной переработки семян масличных культур / Шевцов А.А., Ткач В.В., Салтыков С.Н., Сердюкова Н.А., Копылов М.В. № 2018121873; Заявл. 13.06.2018; Опубл. 21.05.2019, Бюлл. № 15.

7 Пат. № 2689672, RU, A23L 5/00. Способ комплексной переработки семян сои с выделением белоксодержащих фракций / Четверикова И.В., Шевцов А.А., Ткач В.В., Сердюкова Н.А. № 2018107149; Заявл. 26.02.2018; Опубл. 01.07.2019. Бюлл. № 19.

8 Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н. и др. Машины и аппараты пищевых производств: в 2 кн.; под ред. В.А. Панфилова. М.: Высшая школа, 2001. 680 с.

9 Остриков А.Н. и др. Процессы и аппараты пищевых производств: учеб. для вузов: в 2 кн.; под ред. А.Н. Острикова. Кн. II. СПб.: ГИОРД, 2007. 608 с.

10 Бамбушек Е.М., Бухарин Н.Н., Герасимов Е.Д. и др. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. М.: Машиностроение, 1987. 423 с.

11 Spitler J.D., Gehlin S.E.A. Thermal response testing for ground source heat pump systems—An historical review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. V. 50. P. 1125–1137.

12 Renaldi R., Kiprakis A., Friedrich D. An optimisation framework for thermal energy storage integration in a residential heat pump heating system // Applied energy. 2017. V. 186. P. 520–529.

REFERENCES

1 Kudinov P.I., Shchekoldina T.V., Slizkaya A.S. The current state and structure of world resources of vegetable protein. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [News of higher education institutions. Food technology]. 2012. no. 5–6. pp. 35–38. (in Russian).

2 Kompantsev D.V., Popov A.V., Privalov I.M., Stepanova E.F. Protein isolates from plant materials: a review of the current state and analysis of the prospects for the development of technologies for producing protein isolates from plant materials. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2016. no. 1. pp. 58–69. (in Russian).

3 Karabutov V.V., Gorshkov L.M., Labeyko M.A., Fedyakina Z.P. Obtaining food protein products from seeds and sunflower meal and their use. *Vestnik natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta "KHPI"* [Bulletin of the national technical university "HPI"]. 2008. vol. 43. pp. 9–13. (in Russian).

4 Shevtsov A.A., Bunin E.S., Tkach V.V., Serdyukova N.A. et al. Effective introduction of a vapor compression heat pump into a complex oilseed processing line. *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyr'ya* [Storage and processing of agricultural raw materials]. 2018. no. 1. pp. 60–64. (in Russian).

5 Frolova L.N., Shevtsov A.A., Lytkina L.I., Vasilenko V.N., Rusina K.Yu. Liniya proizvodstva rastitelnogo masla [Vegetable oil production line]. Patent RF, no. 2619278, 2017.

6 Shevtsov A.A., Tkach V.V., Saltykov S.N., Serdyukova N.A., Kopylov M.V. Sposob upravleniya komplexnoy pererabotki semyan maslichnyh kultur [The way to control the line of integrated processing of oilseeds]. Patent RF, no. 2688467, 2019.

7 Chetverikova I.V., Shevtsov A.A., Tkach V.V., Serdyukova N.A. Sposob komplexnoy pererabotki semyan soi s vydeleniem beloksoderzhashchih fraktsiy [The method of complex processing of soybean seeds with the allocation of protein-containing fractions]. Patent RF, no. 2689672, 2019.

8 Antipov S.T., Kretov I.T., Ostrikov A.N. et al. Machiny i apparaty pizhchevyh proizvodstv [Machines and equipment for food production: in 2 books]. Moscow, Vysshaya shkola, 2001. 680 p. (in Russian).

9 Ostrikov A.N. Protsessy i apparaty pizhchevyh proizvodstv [Processes and apparatuses of food production: textbook. for universities: in 2 books]. St. Petersburg, GIORD, 2007. 608 p. (in Russian).

10 Bambushek E.M., Bukharin N.N., Gerasimov E.D. et al. Teplovyye i konstruktivnyye racchyety holodilnyh mashin [Thermal and structural calculations of refrigeration machines]. Moscow, Mechanical engineering, 1987. 423 p. (in Russian).

11 Spitler J.D., Gehlin S.E.A. Thermal response testing for ground source heat pump systems—An historical review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. vol. 50. pp. 1125–1137.

12 Renaldi R., Kiprakis A., Friedrich D. An optimisation framework for thermal energy storage integration in a residential heat pump heating system. Applied energy. 2017. vol. 186. pp. 520–529.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр А. Шевцов д.т.н., профессор, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, shevalol@rambler.ru

Татьяна Н. Тертычная д.с-х.н., профессор, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г.Воронеж, 394087, Россия, tertychnaya777@yandex.ru

Владимир В. Ткач к.т.н. старший преподаватель, кафедра 208 общепрофессионалных дисциплин, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54 а, г. Воронеж, 394064, Россия, tkachbalian@yandex.ru

Наталья А. Сердюкова старший преподаватель, кафедра 208 общепрофессионалных дисциплин, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54 а, г. Воронеж, 394064, Россия, nata29m@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.04.2019
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr A. Shevtsov Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of fats, processes and apparatuses of chemical and food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, shevalol@rambler.ru

Tatyana N. Tertychnaya Dr. Sci. (Agric.), professor, technology for storage and processing of agricultural products department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, str. Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia, tertychnaya777@yandex.ru

Vladimir V. Tkach Cand. Sci. (Engin.), senior lecturer, 208 general professional disciplines department, Military training and research center of the air force "Air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", Old Bolsheviks str., 54a, Voronezh, 394064, Russia, tkachbalian@yandex.ru

Natalia A. Serdyukova senior lecturer, 208 general professional disciplines department, Military training and research center of the air force "Air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", Old Bolsheviks str., 54a, Voronezh, 394064, Russia, nata29m@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.2.2019
ACCEPTED 5.17.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 66.06

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-41-46

Ультрафильтрационное концентрирование молочной сыворотки на пилотной установке трубчатого типа

Дмитрий А. Родионов [1] Dimok-407@mail.ru
Сергей И. Лазарев [1] Sergey.lazarev.1962@mail.ru
Константин К. Полянский [2] kaf-kit@vfreu.ru
Елена В. Эккерт [3] pachena@mail.ru

1 Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Россия.
2 Воронежский филиал РЭУ им. Г. В. Плеханова,г. Воронеж, Россия
3 ООО «Векша», г. Тамбов, проезд Пограничный, 2

Аннотация. Получены экспериментальные данные по коэффициенту задержания и выходному удельному потоку. В качестве исследуемых растворов выступали сыворотки молочные козьего и коровьего молока после получения сыра. Дано описание, общий вид и технологическая схема пилотной установки трубчатого типа. Исследования проводились на полупроницаемых ультрафильтрационных мембранах трубчатого типа производства АО "ЗАВКОМ". На основании проведенных исследований были построены и проанализированы графические зависимости коэффициента задержания от удельного выходного потока. В ходе анализа отмечено, что с увеличением выходного удельного потока растворителя снижается коэффициент задержания. Причина этого в образовавшихся в околомембранных слоях пограничных слоях из жира и белка, что препятствует прохождению молекул белка сквозь поры мембраны. В ходе эксперимента было отмечено, что сыворотка из козьего молока имеет более жирную структуру и требует предварительного сепарирования. Для теоретического расчета коэффициента задержания и удельного выходного потока разработаны математические выражения и получены численные значения величин эмпирических коэффициентов. Разработанные математические выражения с хорошей достоверностью описывают экспериментальные данные. Полученные экспериментальные и расчетные данные можно с большой достоверностью применять в расчетах массопереносных потоков веществ через полупроницаемые мембраны, а также в инженерных методиках расчета и прогнозирования эффективности применения мембранных процессов для концентрирования молочной сыворотки.

Ключевые слова: коэффициент задержания, выходной удельный поток, мембрана, ультрафильтрация.

Ultrafiltration concentration of whey in a pilot plant

Dmitriy A. Rodionov [1] Dimok-407@mail.ru
Sergei I. Lazarev [1] Sergey.lazarev.1962@mail.ru
Konstantin K. Polyansky [2] kaf-kit@vfreu.ru
Elena V. Eckert [3] pachena@mail.ru

1 Tambov State Technical University, Tambov, Russia.
2 Voronezh branch of REU named after G.V. Plekhanov, Voronezh, Russia
3 Veksha LLC, Tambov, Pogranichny passage, 2

Abstract. Experimental data on the retention coefficient and the output specific flow are obtained. The test solutions were goat and cow's milk whey after obtaining cheese. The description, general view and technological scheme of a pilot installation of a tubular type are given. The studies were carried out on semipermeable tubular type ultrafiltration membranes manufactured by AO "ZAVKOM". Based on the studies, graphical dependences of the retention coefficient on the specific output stream were constructed and analyzed. During the analysis, it was noted that with an increase in the output specific flow of the solvent, the retention coefficient decreases. The reason for this is the boundary layers of fat and protein formed in the near-membrane layers, which prevents the passage of protein molecules through the pores of the membrane. Also during the experiment, it was noted that goat milk serum has a more oily structure and requires prior separation. For the theoretical calculation of the retention coefficient and specific output stream, mathematical expressions are developed and numerical values of the values of empirical coefficients are obtained. The developed mathematical expressions describe the experimental data with good confidence. The obtained experimental and calculated data can be used with great reliability in the calculations of mass-transported flows of substances through semipermeable membranes, as well as in engineering methods for calculating and predicting the effectiveness of the use of membrane processes for the concentration of whey.

Keywords: retention factor, output specific flow, membrane, ultrafiltration.

Для цитирования
Родионов Д.А., Лазарев С.И., Полянский К.К., Эккерт Е.В. Ультрафильтрационное концентрирование молочной сыворотки на пилотной установке трубчатого типа // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 41–46. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-41-46

For citation
Rodionov D.A., Lazarev S.I., Polyansky K.K., Eckert E.V. Ultrafiltration concentration of whey in a pilot plant. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 41–46. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-41-46

Введение

С ростом молочной отрасли в России наблюдается рост производства молочных продуктов. Только в 2017 г. производство сыра в РФ увеличилось на 4,6%. При производстве сыра образуется достаточное количество отходов, таких как сырная сыворотка. Небольшая ее часть используется в пищевой промышленности, но сыворотка имеет короткий срок годности и требует скорейшего применения. По этой причине сыворотка после производства сыра чаще всего сливается в канализацию, что является неправильным по отношению к окружающей среде. Из-за высокой загрязняющей способности слив сыворотки в стоки создает экологическую проблему для окружающей среды. В большинстве стран мира его слив в стоки запрещен и криминализирован [1]. Стоимость очистки сточных вод, загрязненных молочным предприятием, которое перерабатывает 100 т молока в день, эквивалентна затратам на очистку сточных вод в городе с населением 80 тысяч человек.

В исследованиях [2] авторы изучили влияние скорости движения сыворотки по мембране и падения давления на процесс ультрафильтрации и установили основные параметры оптимального режима. Недостатками данной работы является то, что авторы не отобразили в работе данные по коэффициенту задержания и удельному выходному потоку.

В своих исследованиях [3] авторы могут получить сыворотку, в которой присутствуют мембранные технологии, чтобы повысить концентрацию полезных компонентов. Параметры творожной сыворотки производства ООО «ПМК» (г. Полевской) приведены после концентрированного ультрафильтрационного метода на керамических мембранах отечественного производства.

В статье [4] авторы приводят характеристику методов баромембранной фильтрации – микро-, ультра-, нанофильтрации, обратного осмоса и возможности их применения в производстве молока и молочной продукции. Предоставляют общую схему переработки сыворотки. В работе не показываются конкретные возможности тех или иных мембранных обработок.

В работе [5] авторы дают краткую характеристику молочной сыворотки и получаемых из нее продуктов, которые можно использовать в качестве ингредиентов для производства различной пищевой продукции, также в работе рассматриваются способы концентрирования молочной сыворотки с применением мембранных технологий.

В своих исследованиях [6] авторы предлагают комплексный метод концентрирования молочной сыворотки на фракции с получением чистого молочного белка, пищевой лактозы, а также с получением сухой сыворотки. В работе не приведены экспериментальные данные.

В работе [7] иностранными коллегами был разработан оптимизированный метод разделения для получения изолированного α-лактоглобулина и β-лактоглобулина с применением мембранной технологии. В зависимости от характеристики мембраны данный метод можно использовать в промышленных масштабах.

В исследованиях [8] авторы проводили исследования по концентрированию белка из молочной сыворотки, а также применяли мембранные технологии для опреснения лактозы из натуральной соленой сыворотки.

Авторы в работе [9] проводят сравнения трех направлений извлечения белков из молочной сыворотки, а именно хроматографический метод, применение мембранной технологии, а также комбинированные методы. Рассматривается использование этих методов вместе с оценкой их эффективности и чистоты полученных белков.

Разработанные керамические композитные мембраны с использованием оксида алюминия с диоксид циркониевым покрытием позволяют с высокой долей концентрации отделить белок от лактозы из молочной сыворотки [10].

Авторы в работе [11] предложили новый подход к выделению белка из сладкой сыворотки с использованием мембранного разделения с последующей триптической обработкой пермеата.

Исходя из проведенного литературного обзора, можно сделать вывод, что молочная сыворотка является мощным пищевым ресурсом, который нецелесообразно выливать в сточные воды, а возможно получение качественного продукта с применением мембранной технологии.

Цель работы – исследование удельного выходного потока, и коэффициента задержания молочной сыворотки после производства сыров из козьего и коровьего молока, а также выведение закономерности влияния коэффициента задержания на удельный выходной поток.

Экспериментальная часть

Когда из молока получают сыр, некоторые полезные элементы попадают в сыворотку (таблица 1).

Таблица 1.

Распределение компонентов молока [12, 13]

Table 1.

Milk component distribution [2, 3]

Компонент | Component	Переход в сыр, % Going cheese, %	Переход в сыворотку, % Going whey, %	Потери, % Losses, %
Молоко коровье | Cow's milk			
Сухие вещества | Dry substance	48,5	48,5	3,0
Белки | Proteins	76,0	22,0	2,0
Жир | Fats	86,0	10,0	4,0
Лактоза | Lactose	5,0	92,0	3,0
Молоко козье | Goat milk			
Сухие вещества | Dry substance	48,0	48,0	4,0
Белки | Proteins	71,5	25,5	3,0
Жир | Fat	51,6	48,2	2,0
Лактоза | Lactose	6,0	92,0	2,0

Из таблицы 1 видно, сколько питательных веществ содержится в сыворотке. Из этого можно сделать вывод, что сливать их в канализацию нецелесообразно и с экономической точки зрения.

Для эффективного концентрирования белков в подсырной сыворотке применяли ультрафильтрационные мембраны трубчатого типа производства АО «ЗАВКОМ» (таблица 2).

Таблица 2.

Основные характеристики ультрафильтрационной мембраны

Table 2.

The main characteristics of the ultrafiltration membrane

Мембрана Membrane	Рабочее давление, МПа Working pressure, MPa	Удельная проницаемость (минимальная) по дистиллированной воде, дм^3/ (м^2 · ч), The specific permeability (minimum) for distilled water dm^3/(m^2*h).	Коэффициент задержания Retention rate		
			по миоглобину by myoglobin	по альбумину by albumin	по γ-глобулину by γ-globulin
АО «ЗАВКОМ» АО "ZAVKOM"	0,1	$2{,}33\times10^{-4}$	0,950	0,970	0,980

Эксперименты проводились на пилотной установке трубчатого типа (рисунки 1–2).

Рисунок 1. Общий вид пилотной установки трубчатого типа

Figure 1. General view of a pilot of a tubular type

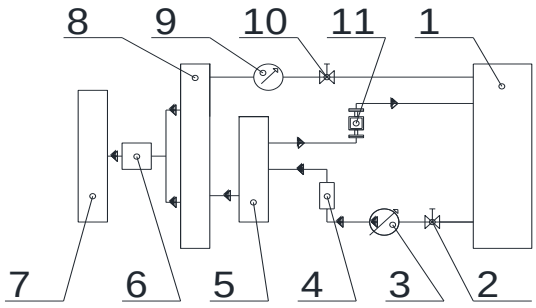


Рисунок 2. Технологическая схема пилотной установки трубчатого типа: 1 – исходная емкость; 2 – вентиль; 3 – центробежный насос; 4 – фильтр грубой очистки; 5 – ресивер; 6 – отстойник; 7 – емкость для пермеата; 8 – мембранная ячейка; 9 – манометр; 10 – вентиль; 11 – ротаметр

Figure 2. The technological scheme of a semi-industrial installation of a tubular type: 1 – initial capacity; 2 – valve; 3 – centrifugal pump; 4 – coarse filter; 5 – receiver; 6 – sedimentation tank; 7 – permeate tank; 8 – membrane cell; 9 – pressure gauge; 10 – valve; 11 – rotameter

Установка работает следующим образом: исходную емкость 1 заполняют исследуемым раствором вместимостью не менее 10 л, далее с помощью вентиля 2 подают на центробежный

насос 3 исследуемый раствор, после чего раствор направляется в фильтр предварительной очистки 4, после заполняется ресивер 5, затем раствор направляется в мембранную ячейку трубчатого типа 8, после разделения раствора, пермеат проходит через отстойник 6 и собирается в емкости для пермеата 7, сконцентрированный раствор отправляется обратно в исходную емкость, проходя через манометр 9, регулировка давления происходит за счет вентиля 10, а расход концентрата производится с помощью электрического ротаметра 11.

После проведенных исследований концентрации растворенного вещества определялись методом формального титрования [14].

Исходя из полученных экспериментально значений концентраций растворенного вещества в пермеате и в исходных растворах в пилотной установке рассчитывали коэффициент задержания по формуле:

$$R = 1 - \frac{C_{\text{пер}}}{C_{\text{исх}}},$$

где $C_{\text{пер}}$ – концентрация растворенного вещества в пермеате, кг/м^3; $C_{\text{исх}}$ – концентрация растворенных веществ в исходных промывных водах, кг/м^3.

Величину выходного удельного потока ультрафильтрационной очистки промывных вод определяли по формуле:

$$J = V/(F_{\text{м}}\tau),$$

где V – объем пермеата, м^3; $F_{\text{м}}$ – рабочая площадь поверхности мембраны, м^2; τ – время проведения экспериментальных исследований, с.

Результаты и обсуждение

Важнейшей характеристикой процесса является коэффициент задержания мембраной растворенных веществ. Экспериментальные зависимости коэффициента задержания растворенных веществ мембраной производства АО "ЗАВКОМ" от удельного выходного потока (J, м^3/м^2·с) представлены на рисунке 3.

Как видно из рисунка 3, коэффициент задержания у сыворотки из козьего молока значительно ниже, причиной этому является более жирная структура сыворотки и образование более прочных пограничных слоев. Из-за большей жирности козьей сыворотки происходит закупорка пор мембран, что сказывается на уменьшении выходного удельного потока по сравнению с сывороткой из коровьего молока. Для решения данной проблемы нужно предварительно сепарировать сыворотку для уменьшения массовой доли жира в сыворотке.

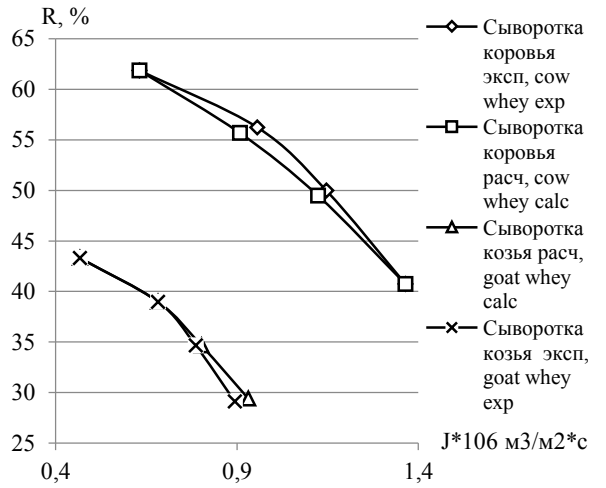


Рисунок 3. Зависимости коэффициента задержания (R) растворенных веществ от выходного удельного потока (J, м^3/м^2·с) для ультрафильтрационной мембраны производства АО «ЗАВКОМ»

Figure 3. Dependences of the retention coefficient (R) of dissolved substances on the output specific flow (J, m^3 / m^2·s) for an ultrafiltration membrane manufactured by AO "ZAVKOM"

При концентрировании сыворотки из коровьего молока мы наблюдали следующую картину, что с увеличением выходного удельного потока значительно уменьшался коэффициент задержания, примерно на 20%. Причина этого в образовавшихся в околомембранных слоях пограничных слоях из жира и белка, что препятствует прохождению молекул белка сквозь поры мембраны. Для обеспечения достаточного коэффициента задержания при работе с данной мембраной следует стремиться к значению выходного удельного потока в пределе от 1 до $1{,}2 \cdot 10^8$ м^3/м^2·с. При таком значении удельного потока скорость и коэффициент задержания будут иметь оптимальное значение.

Для качественного определения производительности исходного раствора через мембрану оценивали величину удельного выходного потока растворителя, используя зависимость, основанную на законе Дарси:

$$J = k(\Delta P - (B \cdot \exp(n \cdot C_{\text{исх}})\exp(A/T))) \quad (1)$$

где B, n, A – эмпирические коэффициенты (таблица 3).

Теоретическое значения коэффициента задержания по белку можно получить из формулы Б.В. Дерягина и др.:

$$K = 1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{k_p k_1} 1\right)\left[1 - exp\left(-\frac{Jk_p k_2}{D}\right)\right] exp\left(-Jk_3\right)}, \quad (2)$$

где k_1, k_2, k_3 – эмпирические коэффициенты; k_p – коэффициент распределения мембран; D – коэффициент диффузии, м^2/с.

Значения эмпирических коэффициентов представлено в таблице 4.

Таблица 3.
Значение эмпирических коэффициентов в уравнении (1)

Table 3.
The value of empirical coefficients in equation (1)

Мембрана АО «ЗАВКОМ» Membrane AO "ZAVKOM"			
	B	n	A
Коровья сыворотка Cow whey	0,793	0,00025	-1,0751
Козья сыворотка Goat whey	0,563	0,000001	1,21

Таблица 4.
Значение эмпирических коэффициентов в уравнении (2)

Table 4.
The value of empirical coefficients in equation (2)

Мембрана АО «ЗАВКОМ» Membrane AO "ZAVKOM"			
	k1	k2	k3
Коровья сыворотка Cow whey	0,678	1,00072	-1,0063
Козья сыворотка Goat whey	0,534	1,0085	1,0000574

Расхождения расчетных значений коэффициента задержания с применением эмпирических коэффициентов из таблицы 4 и полученных экспериментально значений коэффициента задержания не превышали 5–10%, что вполне достаточно для инженерных расчетов.

Заключение

В результате проведенных исследований были получены экспериментальные данные значений выходного удельного потока и коэффициентов задержания для ультрафильтрационных мембран производства АО «ЗАВКОМ». В ходе работы были получены численные значения эмпирических коэффициентов для теоретического расчета коэффициента задержания и удельного выходного потока, где расхождение полученных коэффициентов не превышало 5 – 10%. Следует отметить разную структуру сывороток молочной и козьей, что из-за большей доли жирности в козьей сыворотке коэффициент задержания, а также выходной удельный поток значительно ниже, чем у сыворотки из коровьего молока, при одинаковых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ожгихина Н.Н., Волкова Т.А. Рациональная переработка молочной сыворотки // Переработка молока. 2012. № 9

2 Тимкин В.А., Минухин Л.А., Гальчак И.П., Лазарев В.А. Разработка баромембранной технологии переработки молочной сыворотки // Аграрный вестник Урала. 2013. № 7 (103). С. 35–37.

3 Лазарев В.А., Тимкин В.А., Пищиков Г.Б., Мазина О.А. Концентрирование аминокислот молочной сыворотки баромембранными методами // Аграрный вестник Урала. 2016. № 01 (143). С. 33–36.

4 Евдокимов И.А. и др. Обработка молочного сырья мембранными методами // Молочная промышленность. 2012. № 2. С. 34–37.

5 Гаврилов Г.Б., Кравченко Э.Ф. Пути рационального использования молочной сыворотки // Сыроделие и маслоделие. 2013. № 2. С. 10–13.

6 Варивода А.А., Овчарова Г.П. Комплексная переработка молочной сыворотки мембранными методами // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2013. Т. 3. № 6. С. 61–64.

7 Toro-Sierra J., Tolkach A., Kulozik U. Fractionation of α-Lactalbumin and β-Lactoglobulin from Whey Protein Isolate Using Selective Thermal Aggregation, an Optimized Membrane Separation Procedure and Resolubilization Techniques at Pilot Plant Scale // Food and Bioprocess Technology. 2013. V. 6. № 4. P. 1032–1043. doi: 10.1007/s11947-011-0732-2

8 Hinkova A., Zidova P., Pour V., Bubnik Z. et al. Potential of Membrane Separation Processes in Cheese Whey Fractionation and Separation // Procedia Engineering. 2018. V. 42. P. 1425–1436 doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.536

9 El-Sayed M.M.H., Chase H.A. Trends in whey protein fractionation // Biotechnology Letters. 2011. V. 33. № 8. P. 1501–1511. doi: 10.1007/s10529-011-0594-8

10 Erdem Ý., Çiftçioðlu M., Harsa Ş. Separation of whey components by using ceramic composite membranes // Desalination. 2006. V. 189. № 1–3. P. 87–91. doi: 10.1016/j.desal.2005.06.016

11 Konrad G., Kleinschmidt T. A new method for isolation of native α-lactalbumin from sweet whey // International Dairy Journal Volume. 2008. V. 18. № 1. P. 47–54. doi: 10.1016/j.idairyj.2007.06.004

12 Догарева Н.Г. Безотходные технологии в молочной промышленности. Оренбургский Государственный Университет, 2011. 167 с.

13 Храмцов, А.Г. Феномен молочной сыворотки. Спб.: Профессия, 2011. 804 с.

14 ГОСТ 25179–2014. Молоко и молочные продукты. Методы определения мессовой доли белка. Москва: Стандартинформ, 2015. 16 с.

REFERENCES

1 Ozhgikhina N.N., Volkova T.A. Rational processing of whey. *Pererabotka moloka* [Milk processing]. 2012. no. 9. (in Russian).

2 Timkin V.A., Minukhin L.A., Galchak I.P., V.A. Lazarev et al. Development of baromembrane technology for processing whey. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals]. 2013. no. 7 (103). pp. 35–37. (in Russian).

3 Lazarev V.A. Timkin V.A., Pishchikov G.B., O.A. Mazina Concentration of whey amino acids by baromembrane methods. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals]. 2016. no. 01 (143). pp. 33–36. (in Russian).

4 Evdokimov I.A. Processing of raw milk by membrane methods. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry]. 2012. no. 2. pp. 34–37. (in Russian).

5 Gavrilov G.B., Kravchenko E.F. Ways of rational use of whey. *Syrodeliye i maslodeliye* [Cheese-making and butter-making]. 2013. no. 2. pp. 10–13. (in Russian).

6 Varivoda A.A., Ovcharova G.P. Integrated processing of whey by membrane methods. *Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva* [Collection of scientific works of the Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production]. 2013. vol. 3. no. 6. pp. 61–64. (in Russian).

7 Toro-Sierra J., Tolkach A., Kulozik U. Fractionation of α-Lactalbumin and β-Lactoglobulin from Whey Protein Isolate Using Selective Thermal Aggregation, an Optimized Membrane Separation Procedure and Resolubilization Techniques at Pilot Plant Scale. Food and Bioprocess Technology. 2013. vol. 6. no. 4. pp. 1032–1043. doi: 10.1007/s11947-011-0732-2

8 Hinkova A., Zidova P., Pour V., Bubnik Z. et al. Potential of Membrane Separation Processes in Cheese Whey Fractionation and Separation. Procedia Engineering. 2018. vol. 42. pp. 1425–1436 doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.536

9 El-Sayed M.M.H., Chase H.A. Trends in whey protein fractionation. Biotechnology Letters. 2011. vol. 33. no. 8. pp. 1501–1511. doi: 10.1007/s10529-011-0594-8

10 Erdem Ý., Çiftçioðlu M., Harsa Ş. Separation of whey components by using ceramic composite membranes. Desalination. 2006. vol. 189. no. 1–3. pp. 87–91. doi: 10.1016/j.desal.2005.06.016

11 Konrad G., Kleinschmidt T. A new method for isolation of native α-lactalbumin from sweet whey. International Dairy Journal Volume. 2008. vol. 18. no. 1. pp. 47–54. doi: 10.1016/j.idairyj.2007.06.004

12 Dogareva N.G. Bezotkhodnyye tekhnologii v molochnoy promyshlennosti [Non-waste technologies in the dairy industry]. Orenburg State University, 2011. 167 p. (in Russian).

13 Khramtsov A.G. Fenomen molochnoy syvorotki [The phenomenon of whey]. St. Petersburg, Professiya, 2011. 804 p. (in Russian).

14 GOST 25179–2014. Moloko i molochnyye produkty. Metody opredeleniya messovoy doli belka [State Standard 25179–2014. Milk and dairy products. Methods for determining the mass fraction of protein]. Moscow, Standartinform, 2015. 16 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дмитрий А. Родионов аспирант, кафедра механика и инженерная графика, Тамбовский Государственный Технический Университет, ул. Советская, 106, г. Тамбов, 392000, Россия, Dimok-407@mail.ru

Сергей И. Лазарев д.т.н., профессор, кафедра механика и инженерная графика, Тамбовский Государственный Технический Университет, ул. Советская, 106, г. Тамбов, 392000, Россия, Sergey.lazarev.1962@mail.ru

Константин К. Полянский д.т.н., профессор, кафедра Коммерции и товароведения, Воронежский филиал РЭУ им. Г. В. Плеханова, г. Воронеж, Россия, kaf-kit@vfreu.ru

Елена В. Эккерт главный технолог, ООО «Векша», г. Тамбов, проезд Пограничный, 2, pachena@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 21.05.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.06.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Dmitriy A. Rodionov postgraduate., mechanics and engineering graphics department, Tambov State Technical University, Sovetskaya., 106 Tambov, 392000, Russia, Dimok-407@mail.ru

Sergei I. Lazarev Dr. Sci. (Engin.), professor, mechanics and engineering graphics department, Tambov State Technical University, st. Sovetskaya., 106 Tambov, 392000, Russia, Sergey.lazarev.1962@mail.ru

Konstantin K. Polyansky Dr. Sci. (Engin.), professor, commerce and commodity department, Voronezh branch of REU named after G.V. Plekhanov, Voronezh, st. Karl Marx, 67A, kaf-kit@vfreu.ru

Elena V. Eckert Head Technologist, Veksha LLC, Tambov, Pogranichny passage, 2, pachena@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.21.2019

ACCEPTED 6.10.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-47-55

Применение методов математического моделирования в оптимизационном проектировании технологических процессов производства пищевых продуктов

Евгений С. Попов [1] e_s_popov@mail.ru
Екатерина А. Пожидаева [1] katerina-77707@mail.ru
Елена С. Певцова [1] beloch64@mail.ru
Алина В. Соколова [1] alinasokolova.1999@mail.ru
Алена С. Колмакова [1] svetikkoz1991@gmail.com

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Оптимизация термохимических и биологических превращений, происходящих при тепловой обработке пищевых продуктов, может быть осуществлена только с учетом динамики формирования температурных полей внутри обрабатываемых изделий. Разработана математическая модель процесса Sous-Vide обработки, обеспечивающая определение динамики изменения температурного поля Sous-Vide обработанных функциональных пищевых продуктов на основе животного и растительного сырья. Для расчета процесса Sous-Vide обработки функциональных продуктов применяли дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности с учетом критерия Био. При решении системы дифференциальных уравнений в частных производных использован математический пакет flexPDE. В расчетах использована пространственная сетка с числом узлов 20000, принята точность вычислений 10E-4. При расчетах применяются экспериментально определенные значения теплопроводности, удельной теплоемкости, плотности и температуропроводности каждого из компонентов пищевой системы. Результаты вычисленного эксперимента при математическом моделировании процесса Sous-Vide обработки показывают эволюцию температурных полей в различных сечениях пищевой системы и на ее верхней поверхности, имеющей форму эллипсоида вращения. Установлены зависимости изменения теплофизических характеристик при продольном и поперечном обтекании пищевой системы теплоносителем. Результаты вычислительного эксперимента показывают хорошую сходимость математической модели и полученных результатов, которая составляет 94%, что свидетельствует об адекватности разработанной математической модели процесса Sous-Vide обработки. Полученная математическая модель позволяет путем вычислительного эксперимента анализировать и оптимизировать режимы Sous-Vide обработки широкого ассортимента пищевого сырья, различных геометрических форм и размеров, обладающих различными физико-химическими и теплофизическими свойствами, с учетом их не стационарности в условиях термического воздействия.

Ключевые слова: Sous-Vide обработка, растительные биокорректоры, вакуумная упаковка, математическое моделирование, комбинированные пищевые системы.

Application of methods of mathematical modeling in the optimization design of technological processes of food production

Evgenij S. Popov [1] e_s_popov@mail.ru
Ekaterina A. Pozhidaeva [1] katerina-77707@mail.ru
Elena S. Pevtsova [1] beloch64@mail.ru
Alina V. Sokolova [1] alinasokolova.1999@mail.ru
Alyona S. Kolmakova [1] svetikkoz1991@gmail.com

[1] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Optimization of thermochemical and biological transformations occurring during the heat treatment of food products can be carried out only taking into account the dynamics of the formation of temperature fields inside the processed products. A mathematical model of the Sous-Vide processing process has been developed, which provides the determination of the dynamics of changes in the temperature field of Sous-Vide processed functional food products based on animal and vegetable raw materials. To calculate the process of Sous-Vide processing of functional products, we used the differential equation of unsteady heat conduction taking into account the Bio criterion. When solving a system of partial differential equations, the mathematical package flexPDE is used. In calculations, a spatial grid with the number of nodes 20000 was used, the accuracy of calculations was 10E-4. Experimentally determined values of thermal conductivity, specific heat capacity, density and thermal diffusivity of each of the components of the food system are used in calculations. The results of the calculated experiment in mathematical modeling of the Sous-Vide processing process show the evolution of temperature fields in different sections of the food system and on its upper surface, having the shape of an ellipsoid of rotation. The dependences of the change in the thermophysical characteristics of the longitudinal and transverse flow of the food system coolant. The results of the computational experiment show a good convergence of the mathematical model and the results obtained, which is 94%, which indicates the adequacy of the developed mathematical model of the Sous-Vide processing process. The obtained mathematical model allows, by means of a computational experiment, to analyze and optimize the Sous-Vide processing modes of a wide range of food raw materials, of various geometric shapes and sizes, with different physicochemical and thermal properties, taking into account their non-stationarity under thermal influence.

Keywords: Sous-Vide processing, vegetable biocorrectors, vacuum packaging, mathematical modeling, combined food systems

Для цитирования

Попов Е.С., Пожидаева Е.А., Певцова Е.С., Соколова А.В., Колмакова А.С. Применение методов математического моделирования в оптимизационном проектировании технологических процессов производства пищевых продуктов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 47–55. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-47-55

For citation

Popov E.S., Pozhidaeva E.A., Pevtsova E.S., Sokolova A.V., Kolmakova A.S. Application of methods of mathematical modeling in the optimization design of technological processes of food production. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 47–55. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-47-55

Введение

Многообразие состава и свойств пищевых продуктов, применяемых в отрасли организации питания, используемых в кулинарной практике, многообразие рецептур и разнотипность оборудования обусловливают многочисленность способов тепловой обработки и широкие диапазоны ее режимов. При этом от способа, режима и продолжительности обработки зависят санитарная безопасность, органолептические показатели, пищевая и биологическая ценность, сохранность ценных биологически активных компонентов, а также технологические потери продукции.

Одним из перспективных направлений развития пищевой индустрии в повышении сохранности свойств термолабильных ингредиентов является применение щадящей термической обработки сырья с предварительной вакуумной упаковкой в полимерную термоустойчивую пленку – технология Sous-Vide или LT-LT-обработка («low-temperature – long-time») [1–9]. Данный метод приготовления пищи был разработан и применен в середине 1970-х годов шеф-поваром Джорджем Пралюсом (Georges Pralus) при приготовлении паштета из гусиной печени фуа-гра. В настоящее время данная технология находит свое применение в сегменте корпоративного питания, в фаст-фудах, в заготовочных цехах крупных ресторанов. В то же время процесс Sous-Vide обработки является нестационарным, характеризуется комплексом термохимических и биологических превращений пищевых систем, оптимизация которых может быть осуществлена только с учетом динамики температурных полей на основе решения задачи нестационарной теплопроводности.

Материалы и методы

При решении поставленной задачи по оптимизации процесса щадящей тепловой обработки пищевых систем применено дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = k\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}\right), \qquad (1)$$

где t – температура, °С; τ – продолжительность, с; k – коэффициент температуропроводности продукта, м^2/с.

Дополняя (1) начальными и граничными условиями, можно получить решения задачи нестационарной теплопроводности в аналитическом виде для тел простейшей формы, например, неограниченной пластины, неограниченного цилиндра, шара или численными методами для тел произвольной формы [10].

В дифференциальном уравнении (1) параболического типа предполагается, что теплота распространяется с бесконечной скоростью. В [11] рассмотрен подход, основанный на конечной скорости распространения теплоты, что характерно для большей части пищевых продуктов, который позволил путем введения понятия «температурный фронт» и заменой производной от температуры по времени в возмущенной области ее средним (по протяженности возмущенной области) значением свести уравнение в частных производных для одномерной области к обыкновенному дифференциальному уравнению. Такое модельное представление о распространении теплоты позволило в аналитическом виде анализировать проблемы, возникающие при тепловой обработке пищевых продуктов простейшей геометрической формы. Тем не менее, как в первом, так и во втором случаях для проведения конкретных расчетов необходимо иметь справочные данные по теплофизическим свойствам продуктов, подвергаемых термообработке.

Вакуум-упакованная поликомпонентная пищевая система, состоящая из 16% масс. моркови, 12,5% масс. лука репчатого, 25,5% мас. картофеля, 20,0% масс. свеклы столовой, 26,0% масс. функциональной растительной композиции на основе продуктов глубокой комплексной переработки растительного сырья (муки зародышей пшеницы, семян амаранта, тыквы, льна, биологически активных добавок к пище «Селексен», «Флавоцен») [12, 13], представляла собой геометрическую фигуру, которую можно приближенно представить в виде пересечения прямоугольного параллелепипеда, длина и ширина основания которого равны a = 140 мм и b = 105 мм, с эллипсоидом вращения, у которого полуоси равны a, b и c = 3,5 мм. Углы прямоугольного параллелепипеда скруглены радиусом R = 15 мм (рисунок 1).

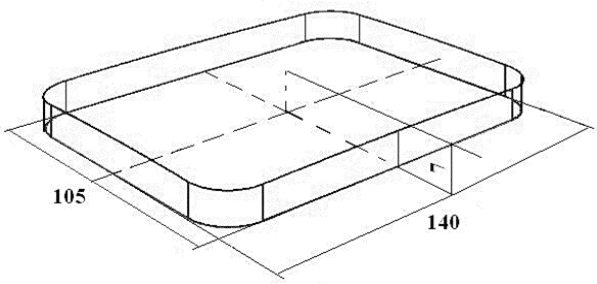


Рисунок 1. Схематическое изображение исследуемой вакуум-упакованной поликомпонентной пищевой системы

Figure 1. Schematic representation of the investigated vacuum-packaged multicomponent food system

Результаты и обсуждение

Для расчета теплофизических характеристик поликомпонентной пищевой системы примем, что объем пищевой системы равен сумме объемов составляющих ее компонентов, тогда плотность смеси можно рассчитать по формуле [14]

$$\frac{1}{\rho}=\sum_{i=1}^{n}\frac{x_i}{\rho_i}, \qquad (2)$$

где ρ – плотность пищевой системы, кг/м^3; x_i – массовая доля *i*-го компонента, имеющего плотность ρ_i; *n* – число компонентов в пищевой системе.

Удельную теплоемкость пищевой системы рассчитаем по зависимости

$$c=\frac{1}{\rho}\sum_{i=1}^{n}\frac{\lambda_i}{k_i}\varphi_i,$$

где λ_i, k_i – теплопроводность, Вт /(м · К), и температуропроводность, м^2/с, *i*-го компонента пищевой системы; φ_i - объемная доля *i*-го компонента пищевой системы, которую определим по соотношению

$$\varphi_i=\frac{x_i}{\rho_i}\cdot\frac{1}{\sum_{i=1}^{n}\frac{x_i}{\rho_i}},$$

Экстремальные значения теплопроводности пищевой системы, состоящей из *n* компонентов, с использованием метода электроаналогии, можно найти из следующих предположений:

– если все компоненты пищевой системы расположены по направлению теплового потока, то максимальная величина теплопроводности системы будет определять как

$$\lambda_{\max}=\sum_{i=1}^{n}\lambda_i\varphi_i;$$

– минимальное значение теплопроводности пищевой системы соответствует случаю, когда отдельные частицы имеют расположение, перпендикулярное направлению распространения теплоты (градиенту температуры), что влечет за собой применение соотношения

$$\frac{1}{\lambda_{\min}}=\sum_{i=1}^{n}\frac{\varphi_i}{\lambda_i}.$$

Для теплофизических расчетов теплопроводность пищевой системы определим как среднеарифметическое значение найденных экстремальных величин

$$\lambda_{\min}=\frac{\lambda_{\max}+\lambda_{\min}}{2}.$$

Входящую в уравнение (1) температуропроводность пищевой системы рассчитаем по формуле

$$k=\frac{\lambda}{\rho c}.$$

Результаты вычислений теплофизических характеристик поликомпонентной пищевой системы, подвергнутой Sous-Vide обработке, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Теплофизические свойства поликомпонентной пищевой системы, подвергнутой Sous-Vide обработке

Table 1.

Thermophysical properties of a multicomponent food system subjected to Sous-vide processing

Физическая величина | Physical quantity	Температура в центре продукта, °С / продолжительность LT-обработки, мин | The temperature in the center of the product, ° C / duration of LT processing, min			
	20 °С/0 мин	65 °С /11 мин	85 °С /25 мин	89 °С /42 мин
ρ, кг/м^3	972,5	1009,3	1026,4	1039,5
c, Вт/ кг · К	3530,6	3308,8	3129,5	2939,2
λ, кг/ м · К	0,4744	0,4408	0,4038	0,3706
k, м^2/ с · 10^7	1,381	1,326	1,257	1,213

Динамика температурного поля в пищевой системе, рассчитываемая с использованием уравнения (1), в значительной степени определяется граничными условиями. С учетом того что термообработка образцов проводилась горячим воздухом с температурой t_∞= 95°С, для которого коэффициенты теплоотдачи достаточно малы, приняты граничные условия 3-го рода, определяемые уравнением

$$-\lambda\left(\frac{\partial t}{\partial n}\right)_{\text{пов}}=\alpha\cdot\left(t_\infty-t\right), \qquad (3)$$

где λ – теплопроводность продукта, Вт / (м·К); *n* – нормаль к поверхности образца; α – коэффициент теплоотдачи от воздуха к поверхности материала, Вт/(м^2·К).

Так как испытуемый образец находится внутри полимерной тары, то необходимо оценить ее термическое сопротивление. Упаковочные пленки имеют толщину порядка 100 мкм, а по имеющимся данным [15] ее температуропроводность имеет примерно такую же величину, что и у исследуемой пищевой системы – $(11 \div 15) \cdot 10^{-8}$ м^2/с, в связи с этим ее влияние на поле температур внутри продукта можно не учитывать.

Верхняя поверхность образца имеет малую кривизну, поэтому расчет коэффициента теплоотдачи в (3) будем вести по критериальным уравнениям как в случае обтекания теплоносителем плоской поверхности [14]. Для выбора расчетной формулы необходимо рассчитать число Рейнольдса

$$\mathrm{Re} = \frac{ud\rho}{\mu},$$

где u - скорость воздуха, м/с; μ – динамическая вязкость воздуха, Па·с; ρ – плотность воздуха, кг/м^3; d – длина пути потока вдоль теплообменной поверхности, м.

Так как расположение образца относительно направления движения воздуха может быть произвольным, а образец не имеет полной симметрии, то расчет α будем вести для двух характерных направлений – вдоль большой оси эллипсоида вращения и в поперечном направлении.

Длина дуги эллипса, получаемого при сечении образца вертикальной плоскостью, проходящей через его большую ось, определяется по формуле [16]

$$l_1 = a\int_{t_1}^{t_2} \sqrt{1 - e_1^2 \cos t}\, dt, \qquad (4)$$

где e_1 – эксцентриситет эллипса, определяемый выражением

$$e_1 = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}, \; e \in [0,1). \qquad (5)$$

Для принятой геометрии образца $t_1 = \pi/3$, а $t_2 = 2\pi/3$.

После подстановки принятых значений, a = 140 мм, b = 105 мм в соотношения (4) и (5), используя пакет символьной математики Maple для взятия эллиптического интеграла в (4), получим значение l_1 = 145 мм.

Для поперечного направления расчетные формулы примут вид

$$l_2 = b\int_{t_1}^{t_2} \sqrt{1 - e_2^2 \cos t}\, dt,$$

где

$$e_2 = \sqrt{1 - \frac{c^2}{b^2}},$$

а $t_1 = \pi/3$, а $t_2 = 2\pi/3$.

Для значения c = 3,5 мм получили значение длины дуги эллипса, равное l_2 = 109 мм.

Если рассматривать влажный воздух как бинарную смесь сухого воздуха и водяного пара, то его плотность можно рассчитать из соотношения [17, 18]

$$\rho = \frac{\rho_{\text{П}}(1+x)}{\left(x + M_{\text{П}} / M_{\text{СВ}}\right)}, \qquad (6)$$

где – молярные массы водяного пара и сухого воздуха, равные соответственно $M_{\text{п}}$ = 18,016 кг/кмоль и $M_{\text{св}}$ = 28,96 кг/кмоль; $\rho_{\text{п}}$ – плотность водяного пара, кг/м^3; x – влагосодержание паровоздушной смеси.

Плотность водяного пара определяют из уравнения состояния

$$\rho_{\text{П}} = \frac{M_{\text{П}} p}{RT},$$

где R = 8314 Дж/(кмоль · К) – универсальная газовая постоянная; p – давление, которое примем равным атмосферному; Па, T – абсолютная температура, К.

Влагосодержание воздуха при его известной относительной влажности φ находят по зависимости [17, 18]

$$x = \frac{\varphi \dfrac{M_{П}}{M_{СВ}}}{\left(p/p_t\right) t^{A} \exp\left[-B\left(1 - t^{-1}\right) + C\left(1 - t\right)\right] - \varphi},$$

где p_t = 610,8 Па – давление насыщенных паров воды при T_0 = 273,15 К; $t = T/T_t$ – относительная температура; *A, B, C* – коэффициенты, численные значения которых [15, 16] равны

A = 9,248; B = 27,098; C = 2,005.

Динамическую вязкость влажного воздуха в зависимости от его влагосодержания x можно найти с использованием формулы Уилки [16, 17]

$$\mu = \frac{\mu_{\text{П}} x}{x + \Phi_{1,2} M_{\text{П}} / M_{\text{СВ}}} + \frac{\mu_{\text{СВ}}}{1 + \Phi_{2,1} x M_{\text{СВ}} / M_{\text{П}}}. \qquad (7)$$

Здесь $\mu_{\text{п}}$, $\mu_{\text{св}}$ – динамическая вязкость пара и сухого воздуха, Па·с,

$$\Phi_{1,2} = \frac{\left[1 + \left(M_{\text{П}} / M_{\text{СВ}}\right)^{-1/4} \left(\mu_{\text{П}} / \mu_{\text{СВ}}\right)^{1/2}\right]^2}{2\sqrt{2\left(1 + M_{\text{П}} / M_{\text{СВ}}\right)}},$$

$$\Phi_{2,1} = \frac{\left[1 + \left(M_{\text{СВ}} / M_{\text{П}}\right)^{-1/4} \left(\mu_{\text{СВ}} / \mu_{\text{П}}\right)^{1/2}\right]^2}{2\sqrt{2\left(1 + M_{\text{СВ}} / M_{\text{П}}\right)}},$$

Если использовать безразмерную температуру $t = T/T_0$, где T – температура набегающего потока воздуха, К, то

$$\mu_{\text{П}} = 2{,}91\cdot10^{-5}t^{3/2}/(t+2{,}38), \qquad (8)$$

$$\mu_{\text{СВ}} = 2{,}41\cdot10^{-5}t^{3/2}/(t+0{,}41). \qquad (9)$$

При температуре греющего воздуха t_∞= 100°С и его относительной влажности φ= 0,85 для давления p = 101325 Па получены значения плотности пара и паросодержания воздуха, равные соответственно $\rho_{\text{П}}$ = 0,588 кг/м^3 и x = 3,577. Тогда плотность влажного воздуха по (6) примет значение ρ = 0,642 кг/м^3.

Динамическая вязкость водяного пара и сухого воздуха согласно уравнениям (8) и (9) составляет $\mu_{\text{п}} = 1{,}24\cdot10^{-5}$ Па·с и $\mu_{\text{св}} = 2{,}17\cdot10^{-5}$ Па·с соответственно, динамическая вязкость влажного воздуха по уравнению (7) равна $\mu = 1{,}38\cdot10^{-5}$ Па·с.

При скорости воздушного потока u = 1,2 м/с число Рейнольдса при продольном обтекании верхней поверхности образца будет

$$\text{Re}^1_{в} = \frac{1{,}2\cdot0{,}145\cdot0{,}642}{1{,}38\cdot10^{-5}} = 8109.$$

Пренебрегая кривизной, теплоотдачу от верхней поверхности образца при Re < $5\cdot10^5$ будем рассчитывать как для плоской поверхности по формуле [14]

$$\text{Nu}^1{}_{\text{в}} = 0{,}664\cdot\text{Re}^1{}_{\text{в}}{}^{1/2}\cdot\text{Pr}^{1\backslash3},$$

где Pr – число Прандтля для воздуха при температуре набегающего потока, которое рассчитывается по соотношению

$$\text{Pr} = \frac{\nu}{k} = \frac{\nu\rho c}{\lambda}, \qquad (10)$$

где ν – кинетическая вязкость, м^2/с; ρc – объемная теплоемкость, Дж/ м^3·К; λ – теплопроводность, Вт/м·К влажного воздуха.

Так как $\nu = \mu/\rho$, то с учетом ранее полученных результатов $\nu = 2{,}15\cdot10^{-5}$ м^2/с. Объемная теплоемкость среды как величина аддитивная находится по формуле [14]

$$\rho c = \frac{\rho_{\text{П}}c_{\text{П}}\left(x + c_{\text{СВ}}/c_{\text{П}}\right)}{\left(x + M_{\text{П}}/M_{\text{СВ}}\right)}, \qquad (11)$$

где $c_{\text{п}}$, $c_{\text{св}}$ – удельные изобарные теплоемкости водного пара и сухого воздуха, которые согласно [14] для интервала температур 0–95 °С можно принять равными

$c_{\text{п}}$ = 1873Дж/кг·К, $c_{\text{св}}$ = 1006 Дж/кг·К.

В результате расчета по (11) получаем ρc = 1079 Дж/ м^3·К.

Теплопроводность влажного воздуха является аддитивной величиной и может быть найдена по уравнению [17, 18]

$$\lambda = \frac{\lambda_{\text{П}}x + \lambda_{\text{СВ}}\dfrac{M_{\text{П}}}{M_{\text{СВ}}}}{x + \dfrac{M_{\text{П}}}{M_{\text{СВ}}}}, \qquad (12)$$

где $\lambda_{\text{П}}$, $\lambda_{\text{СВ}}$ – теплопроводности водяного пара и сухого воздуха, определяемые уравнениями

$$\lambda_{\text{П}} = \frac{0{,}0595\cdot t^{0{,}5}}{1+\dfrac{2{,}46}{t}}, \qquad (13)$$

$$\lambda_{\text{СВ}} = \frac{0{,}0347\cdot t^{0{,}5}}{1+\dfrac{0{,}454}{t}}. \qquad (14)$$

В результате расчетов по (12)–(14) имеем $\lambda_{\text{п}}$ = 0,0248 Вт/(м·К), $\lambda_{\text{СВ}}$ = 0,0304 Вт/(м·К), λ = 0,0257 Вт/(м·К).

Таким образом, число Прандтля по (10) будет равно

Pr = 0,902.

Число Нуссельта для верхней поверхности образца при его продольном обтекании воздухом составит $\text{Nu}_{\text{в}}^1$ = 57,8.

При поперечном обтекании образца, когда $d = l_2$ = 0,109 м, число Рейнольдса равно $\text{Re}^2{}_{\text{в}}$ = 6096, а число Нуссельта – $\text{Nu}_{\text{в}}^2$ = 50,1. Коэффициенты теплоотдачи найдем по формуле

$$\alpha = \frac{\text{Nu}\lambda}{d},$$

что дает следующие результаты

$$\alpha_{в}^1 = \frac{57{,}8\cdot0{,}0257}{0{,}145} = 10{,}2 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)},$$

$$\alpha_{в}^2 = \frac{50{,}1\cdot0{,}0257}{0{,}109} = 11{,}8 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}.$$

Среднее по верхней поверхности образца значение коэффициента теплоотдачи будет равно $\alpha_{в}^1 = \left(\alpha_{в}^1 + \alpha_{в}^2\right)/2 = 11{,}0$ Вт/(м^2·К).

Для нижней плоской поверхности вакуум-упакованного продукта при продольном обтекании воздухом d = 0,140 м, $\text{Re}^1{}_{\text{н}}$ = 7829, $\text{Nu}^1{}_{\text{н}}$ = 56,8, $\alpha_{н}^1$ = 10,4 Вт / (м^2·К).

Для поперечного движения воздуха, когда d = 0,105 м, имеем: $\text{Re}^2{}_{\text{н}}$ = 5872, $\text{Nu}^2{}_{\text{н}}$ = 49,2, $\alpha_{н}^2$ = 12,0 Вт / (м^2·К). Среднее значение коэффициента теплоотдачи – $\alpha_{\text{н}}$ = 11,2 Вт / (м^2·К).

Для боковых поверхностей коэффициент теплоотдачи будем считать таким же, как на верхней поверхности.

Для численного интегрирования уравнения нестационарной теплопроводности (1) с граничными условиями третьего рода (2) приведем их к безразмерному виду. При этом необходимо учесть, что для испытуемого объекта размеры по координатным осям различаются

больше, чем на порядок. Вследствие этого скорости релаксации температурных возмущений по этим направлениям будут существенным образом отличаться между собой. В связи с этим выбор характерного размера системы l_0, определяющего масштаб времени для исследуемого процесса, играет важную роль.

Определим l_0 следующим образом

$$l_0 = \frac{4V}{S},$$

где V – объем тела, м^3; S – площадь поверхности, м^2.

Будем приближенно считать, что вакуум-упакованная пищевая система представляет собой прямоугольный параллелепипед со сторонами a, b, c. Тогда

$$l_0 = \frac{2abc}{ac + bc + ab}. \quad (15)$$

Обозначим $c/a = \xi_1$, $c/b = \xi_2$. Тогда с учетом (15)

$$\frac{l_0}{c} = \frac{2}{1 + \xi_1 + \xi_2}. \quad (16)$$

Пусть масштаб времени равен $\tau_0 = l_0^2/k$. Тогда безразмерное время $\theta = \tau/\tau_0 = k\tau/l_0^2$.

Пусть безразмерные координаты и температура определяются выражениями:

$$X = x/a;\ Y = y/b;\ Z = z/c;$$

$$T = (t_\infty - t)/(t_\infty - t_0),$$

где t_0 – начальное значение температуры тела t_0, 20 °С.

С учетом принятых обозначений и соотношения (16) уравнение (1) примет вид

$$\frac{\partial T}{\partial \theta} = \frac{4}{(1 + \xi_1 + \xi_2)^2}\left(\xi_1^2 \frac{\partial^2 T}{\partial X^2} + \xi_2^2 \frac{\partial^2 T}{\partial Y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial Z^2}\right). \quad (17)$$

Начальное условие

$$T(X, Y, Z, 0) = 1. \quad (18)$$

Граничные условия

$$\frac{\partial T(-12, Y, Z, \theta)}{\partial X} = -Bi_x \cdot T(-1\backslash 2, Y, Z, \theta), \quad (19)$$

$$\frac{\partial T(12, Y, Z, \theta)}{\partial X} = Bi_x \cdot T(1\backslash 2, Y, Z, \theta), \quad (20)$$

$$\frac{\partial T(X, -12, Z, \theta)}{\partial Y} = -Bi_y \cdot T(X, -1\backslash 2, Z, \theta), \quad (21)$$

$$\frac{\partial T(X, -12, Z, \theta)}{\partial Y} = Bi_y \cdot T(X, 1\backslash 2, Z\,\theta), \quad (22)$$

$$\frac{\partial T(X, Y, -1/2, \theta)}{\partial Z} = -Bi_{zн}\ T(X, Y, -1\backslash 2, \theta), \quad (23)$$

$$\frac{\partial T(X, Y, Z^*, \theta)}{\partial Z} = Bi_{zв}\ T(X, Y, Z^*, \theta), \quad (24)$$

Здесь $\mathrm{Bi}_x = \alpha_в a/\lambda_т$, $\mathrm{Bi}_y = \alpha_в b/\lambda_т$, $\mathrm{Bi}_{zн} = \alpha_н h/\lambda_т$, $\mathrm{Bi}_{zв} = \alpha_в h/\lambda_т$; h – высота прямоугольного параллелепипеда, эквивалентного по объему образцу, у которого верхняя грань есть эллипсоид вращения (см. уравнение (25)), а нижняя – плоскость.

Если уравнение трехосного эллипсоида вращения, образующего верхнюю грань образца, есть

$$Z^* = c\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}}, \quad (25)$$

то объем верхней половины будет

$$V_в = 4\int_0^{c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}}}\int_0^{b/2}\int_0^{a/2} dxdydz. \quad (26)$$

Так как объем нижней половины равен

$$V_н = a \cdot b \cdot c, \quad (27)$$

то весь объем образца составит

$$V = V_в + V_н, \quad (28)$$

а высота равновеликого прямоугольного параллелепипеда

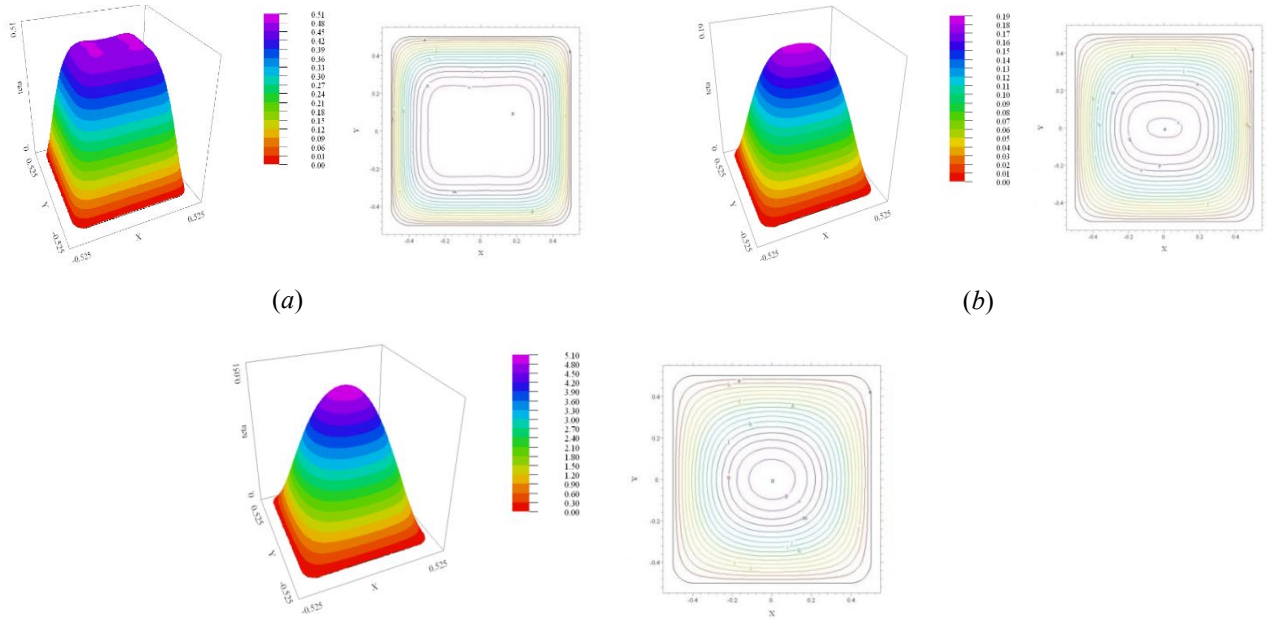
$$h = V/(a \cdot b). \quad (29)$$

Отметим, что уравнение (17) при $\xi_1 \to 0$ и $\xi_2 \to 0$ становится одномерным: $\frac{\partial T}{\partial \theta} = 4\frac{\partial^2 T}{\partial Z^2}$, то есть соответствует случаю нагревания (охлаждения) неограниченной пластины.

Вычисления по (29) с учетом (26)–(28), проведенные с использованием пакета символьной математики Maple, дали следующий результат – h = 6,688 мм. Найденное значение эквивалентной высоты прямоугольного параллелепипеда позволило уточнить характерный размер исследуемого объекта l_0 путем замены в (5.30) значения c на $h/2$.

При решении системы дифференциальных уравнений в частных производных (17)–(24) применен математический пакет flexPDE, использующий метод конечных элементов для моделирования объектов с распределенными параметрами. В расчетах использована пространственная сетка с числом узлов n = 20000, принята точность вычислений $1 \cdot 10^{-4}$.

Результаты моделирования, показывающие эволюцию температурных полей на плоскости Z = 0 и на верхней поверхности образца, имеющего форму эллипсоида вращения, представлены на рисунке 2. Проверка адекватности модельных представлений показала, что максимальное отклонение результатов расчета от опытных данных по Sous-Vide обработке поликомпонентной пищевой системы составляет не более 7,2%.



(*a*) (*b*) (*c*)

Рисунок 2. Эволюция температурного поля на плоскости $Z = 0$ (слева) и на верхней поверхности образца (справа) при различной продолжительности Sous-Vide обработки поликомпонентной пищевой системы, мин: *а* – 11; *б* – 25; *с* – 42

Figure 2. Evolution of the temperature field on the Z = 0 plane (left) and on the upper surface of the sample (right) at different Sous-Vide processing times of a multicomponent food system, min: *a* – 11; *b* – 25; *c* – 42

Заключение

Полученная математическая модель позволяет путем вычислительного эксперимента анализировать и оптимизировать режимы Sous-Vide обработки широкого ассортимента пищевого сырья различной геометрической формы и размера, обладающего разными физико-химическими и теплофизическими свойствами, с учетом его нестационарности в условиях термического воздействия.

Благодарности

Работа выполнена в рамках научно-исследовательских работ по гранту Президента Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1 Carrascal J.R. Sous-vide cooking of meat: A Maillarized approach // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2019. V. 16. P. 100–108.

2 Mathias P.C. The quest for umami: Can sous vide contribute? // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2018. V. 13. P. 129–133.

3 Shenggian S.F. Texture, color and sensory evaluation of sous-vide cooked beef steaks processed using high pressure processing as method of microbial control // LWT. 2019. V. 103. P. 169–177.

4 Uttaro B. Efficacy of multi-stage sous-vide cooking on tenderness of low value beef muscles // Meat Science. 2019. V. 149. P. 40–46.

5 Stringer S.C. Predicting bacterial behaviour in sous vide food // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2018. V. 13. P. 117–128.

6 Cosansu S. Effect of grape seed extract on heat resistance of Clostridium perfringens vegetative cells in sous vide processed ground beef // Food Research International. 2019. V. 120. C. 33–37.

7 Попов Е.С. Нутриентные корректоры пищевого статуса на основе продуктов глубокой переработки низкомасличного сырья: получение, свойства, новые технологии применения. Воронеж, 2017.

8 Родионова Н.С., Попов Е.С. Sous-Vide обработка мелкокусковых полуфабрикатов из мяса говядины: режимы и показатели качества // Пищевая промышленность. 2015. № 10. С. 32–34.

9 Радченко М.В. Исследование влияния длительной низкотемпературной тепловой обработки на качественные характеристики вареных продуктов из свинины с различным ходом автолиза. Орел, 2017. 24 с.

10 Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. М.: Едиториал УРСС, 2003. 784 с.

11 Бражников А.М., Теория термической обработки мясопродуктов. Москва: Агропромиздат, 1987. 271 с.

12 Голубева Л.В., Пожидаева Е.А., Дарьин А.О., Свистула А.В. Разработка технологии получения структурирующей добавки для замороженных молочных продуктов // Пищевая промышленность. 2018. С. 43–45.

13 Пожидаева Е.А., Болотова Н.В., Илюшина А.В. Влияние условий замораживания на продолжительность процесса холодильной обработки творожных полуфабрикатов, обогащенных полиненасыщенными жирными кислотами // Устойчивое развитие регионов: материалы Международной научно-практической конференции. 2016. С. 124–130.

14 Романков Г.П., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи). Санкт-Петербург: Химиздат, 2009. 544 с.

15 Лявер Д. Полимеры в пищевой промышленности // Технология переработки и упаковки. 2003. № 4. С.12.

16 Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. Москва: Наука, 1973. 832 с.

17 Харин В.М., Агафонов Г.В. Теоретические основы тепло – и влагообменных процессов пищевой промышленности. М.: Пищевая промышленность, 2001. 344 с.

18 Харин В.М., Агафонов Г.В. Теория гигро- и гидротермической обработки капиллярнопористых тел. Воронеж: ВГТА, 2000. 184 с.

REFERENCES

1 Carrascal J.R. Sous-vide cooking of meat: A Maillarized approach. International Journal of Gastronomy and Food Science. 2019. vol. 16. pp. 100–108.

2 Mathias P.C. The quest for umami: Can sous vide contribute? International Journal of Gastronomy and Food Science. 2018. vol. 13. pp. 129–133.

3 Shenggian S.F. Texture, color and sensory evaluation of sous-vide cooked beef steaks processed using high pressure processing as method of microbial control. LWT. 2019. vol. 103. pp. 169–177.

4 Uttaro B. Efficacy of multi-stage sous-vide cooking on tenderness of low value beef muscles. Meat Science. 2019. vol. 149. pp. 40–46.

5 Stringer S.C. Predicting bacterial behaviour in sous vide food. International Journal of Gastronomy and Food Science. 2018. vol. 13. pp. 117–128.

6 Cosansu S. Effect of grape seed extract on heat resistance of Clostridium perfringens vegetative cells in sous vide processed ground beef. Food Research International. 2019. vol. 120. pp. 33–37.

7 Popov E.S. Nutrientnye korrektory pishchevogo statusa na osnove produktov glubokoj pererabotki nizkomaslichnogo syr'ya: poluchenie, svojstva, novye tekhnologii primeneniya [Nutrient food status correctors based on products of deep processing of low oil raw materials: production, properties, new technologies of application]. Voronezh, 2017. (in Russian).

8 Rodionova N.S., Popov E.S. Sous-Vide processing of small-sized beef semi-finished products: modes and quality indicators. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry]. 2015. no. 10. pp. 32–34. (in Russian).

9 Radchenko M.V. Issledovaniye vliyaniya dlitel'noy nizkotemperaturnoy teplovoy obrabotki na kachestvennyye kharakteristiki varenykh produktov iz svininy s razlichnym khodom avtoliza [Investigation of the effect of long-term low-temperature heat treatment on the quality characteristics of boiled pork products with different autolysis course]. Orel, 2017. 24 p. (in Russian).

10 Samarskiy A.A., Vabishchevich P.N. Vychislitel'naya teploperedacha [Computational heat transfer]. Moscow, Yeditorial URSS, 2003. 784 p. (in Russian).

11 Brazhnikov A.M. Teoriya termicheskoy obrabotki myasoproduktov [Theory of heat treatment of meat products]. Moscow, Agropromizdat, 1987. 271 p. (in Russian).

12 Golubeva L.V., Pozhidaeva E.A., Darin A.O., Svistula A.V. Development of technology for producing structuring additives for frozen dairy products. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry]. 2018. pp. 43–45. (in Russian).

13 Pozhidaeva E.A., Bolotova N.V., Ilyushina A.V. Influence of freezing conditions on the duration of the process of refrigeration processing of curd semi-finished products enriched with polyunsaturated fatty acids and lots. Ustoychivoye razvitiye regionov [Sustainable development of regions: materials of the International scientific-practical conference]. 2016. pp. 124–130. (in Russian).

14 Romankov G.P., Frolov V.F., Flisyuk O.M. Metody rascheta protsessov i apparatov khimicheskoy tekhnologii (primery i zadachi) [Methods for calculating the processes and devices of chemical technology (examples and tasks)]. St. Petersburg, Khimizdat, 2009. 544 p. (in Russian).

15 Laver D. Polymers in the food industry. *Tekhnologiya pererabotki i upakovki* [Processing and packaging technology]. 2003. vol. 4. pp. 12. (in Russian).

16 Korn G., Korn T. Spravochnik po matematike dlya nauchnykh rabotnikov i inzhenerov [Mathematics Handbook for Scientists and Engineers]. Moscow, Nauka, 1973. 832 p. (in Russian).

17 Kharin V.M., Agafonov G.V. Theoretical foundations of heat and moisture exchange processes in the food industry. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry]. 2001. 344 p. (in Russian).

Kharin V.M., Agafonov G.V. Teoriya gigro- i gidrotermicheskoy obrabotki kapillyarnoporistykh tel [Theory of Hygro-and Hydrothermal Processing of Capillary-Porous Bodies]. Voronezh, VSTA, 2000. 184 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений С. Попов д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, e_s_popov@mail.ru

Екатерина А. Пожидаева к.т.н., доцент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, katerina-77707@mail.ru

Елена С. Певцова студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, beloch64@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenij S. Popov Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, e_s_popov@mail.ru

Ekaterina A. Pozhidaeva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology of animal products department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, katerina-77707@mail.ru

Elena S. Pevtsova student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, beloch64@mail.ru

Алина В. Соколова студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alinasokolova.1999@mail.ru

Алена С. Колмакова студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, svetikkoz1991@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгений С. Попов предложил методику проведения эксперимента, написал рукопись, корректировал ее до подачи в редакцию

Екатерина А. Пожидаева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчеты, несет ответственность за плагиат

Елена С. Певцова, Алина В. Соколова, Алена С. Колмакова провели эксперимент

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 07.05.2019

Alina V. Sokolova student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, alinasokolova.1999@mail.ru

Alyona S. Kolmakova student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, svetikkoz1991@gmail.com

CONTRIBUTION

Evgenij S. Popov suggested the methodology for conducting the experiment, wrote the manuscript, corrected it before filing to the editorial office

Ekaterina A. Pozhidaeva review of the literature on the problem, performed calculations, is responsible for plagiarism

Elena S. Pevtsova, **Alina V. Sokolova, Alyona S. Kolmakova** conducted an experiment

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.15.2019

ACCEPTED 5.7.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 62-13

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-56-62

Энергоэффективность - важнейший показатель качества пищевых измельчителей

Оксана В. Исламова [1] islamova_81@mail.ru
Азкер З. Токов [1] keratok@mail.ru
Фируза А. Атаева [2] berova76@mail.ru

[1] Кабардино-Балкарский государственный университет, ул. Чернышевского, 173, г. Нальчик, 360000, Россия
[2] Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет, ул. просп. Ленина, 1, г. Нальчик, 360000, Россия

Аннотация. Выполнен краткий анализ способов измельчения технологического сырья с позиций энергоэффективности. Исследования показывают, что разрезание (измельчение) исходного сырья на кусочки определенного размера является наиболее энергозатратным. Существующие конструкции режущих элементов механизмов измельчения (режущее лезвие, режущая кромка) не являются оптимальными с позиций энергоэффективности. Например, режущее лезвие в рабочем отверстии имеет угол заострения, равный 90°, а угол заострения режущего лезвия на лопасти подвижного ножа также находится в пределах 80–90°. Предлагается сделать углы заострения режущих лезвий на лопастях подвижного ножа равными 5–8°. Кроме того, лопасти такого ножа должны иметь во всех поперечных сечениях форму классического клина. Уменьшение угла заострения режущего лезвия в рабочем отверстии решетки до таких величин не удается по конструктивным особенностям (в частности, не нарушая показателей прозрачности). Показаны резервы уменьшения угла заострения режущего лезвия в рабочем отверстии (этот угол может быть меньше 90°). Выполненные исследования свидетельствуют о том, что чем меньше затраты энергии на измельчение исходного сырья, тем меньше оно перетирается и выдавливается из отверстий решетки. Можно предположить, что органолептические свойства не ухудшились после измельчения (а сохранились). Чем меньше прозрачность решетки, тем процесс измельчения является более энергозатратным. Чем меньше углы заострения режущих лезвий ножей, тем более энергоэффективен процесс измельчения. Чем хуже качество измельчаемого сырья, например, мясо, которое характеризуется чрезмерным наличием соединительных и хрящевых тканей, пленок и т.п., тем более энергоэффективен процесс измельчения ножами с режущими лезвиями с минимальными углами заострения.

Ключевые слова: измельчитель, волчок, энергоэффективность, крестообразный нож, перфорированная решетка

Energy efficiency is the most important indicator of the quality of food grinders

Oksana V. Islamova [1] islamova_81@mail.ru
Asker Z. Tokov [1] keratok@mail.ru
Firuza A. Ataeva [2] berova76@mail.ru

[1] Kabardino-Balkarian State University, Chernyshevsky str., 173, Nalchik, 360000, Russia
[2] Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Lenin str., 1, Nalchik, 360000, Russia

Abstract. A brief analysis of the methods of grinding technological raw materials from the standpoint of energy efficiency has been performed. Studies show that cutting (grinding) the feedstock into pieces of a certain size is the most energy-intensive. Existing designs of cutting elements of grinding mechanisms (cutting blade, cutting edge) are not optimal from the standpoint of energy efficiency. For example, the cutting blade in the working hole has a taper angle of 90°, and the taper angle of the cutting blade on the blades of the movable knife is also in the range of 80–90°. It is proposed to make the sharpening angles of the cutting blades on the blades of a movable knife equal to 5–8°. In addition, the blades of such a knife should have the shape of a classic wedge in all cross sections. Reducing the angle of sharpening of the cutting blade in the working hole of the grill to such values does not succeed in terms of design features (in particular, without violating transparency indicators). The reserves of reducing the angle of sharpening of the cutting blade in the working hole are shown (this angle can be less than 90°). The performed studies indicate that the smaller the energy costs for grinding the feedstock, the less it is rubbed and squeezed out of the holes of the grate. It can be assumed that the organoleptic properties did not deteriorate after grinding (but remained). The lower the transparency of the lattice, the grinding process is more energy-consuming. The smaller the sharpening angles of the cutting blades of the knives, the more energy-efficient the grinding process. The worse the quality of the crushed raw materials, for example, meat, which is characterized by the excessive presence of connective and cartilage tissues, films, etc., the more energy-efficient is the grinding process with knives with cutting blades with minimal sharpening angles.

Keywords: chopper, meat grinder, energy efficiency, cruciform knife, perforated grill

Введение

Эффективность работы пищевого оборудования определяется большим набором показателей, такими, как производительность, сохранность показателей качества исходного сырья после машинной обработки, надежность работы, легкость быстрой чистки и санитарной обработки узлов и деталей, непосредственно контактирующих с перерабатываемым технологическим сырьем. Большую самостоятельную группу в пищевом оборудовании составляют измельчители пищевых продуктов. Энергоэффективность, производительность и качество

Для цитирования
Исламова О.В., Токов А.З., Атаева Ф.А. Энергоэффективность - важнейший показатель качества пищевых измельчителей // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 82. № 2. С. 56–62. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-56-62

For citation
Islamova O.V., Tokov A.Z., Ataeva F.A. Energy efficiency is the most important indicator of the quality of food grinders . *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 82. no. 2. pp. 56–62. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-56-62

измельчения пищевого продукта в наибольшей степени зависят от конструктивных элементов, заложенных в механизме измельчения.

Независимо от того, какой способ резания заложен в механизме измельчения (скользящее резание – когда режущее лезвие перемещается по двум направлениям с углом между ними 90°; нескользящее – когда режущее лезвие перемещается нормально (в одном направлении) к режущей кромке режущего лезвия), входные и выходные характеристики процесса резания остаются постоянными. Входные характеристики процесса измельчения, не изменяющиеся во времени, – это элементы режущего инструмента (углы заточки лезвия инструмента, материал режущего инструмента, свойства измельчающего сырья, скорость резания, подача и т. д.) Выходные характеристики измельчения – это сила резания и работа, период стойкости инструмента, качество измельчения технологического сырья и др. являются основными показателями, определяющими эффективность процесса измельчения.

Подробно остановимся на некоторых особенностях нормального нескользящего (рубящего) резания. Общеизвестно, что на выходные параметры процесса резания (измельчения) наибольшее влияние оказывает скорость и сила резания. Взаимодействие режущих элементов деталей механизма измельчения с измельченным продуктом осуществляется через контактные площадки, расположенные на подвижном и неподвижном ножах. Измельчаемый материал, оказывая сопротивление рабочему движению подвижного ножа, воздействует на его контактные площадки распределенной нагрузкой.

Для решения практических задач, например, определения эффективной мощности, затрачиваемой на измельчение, крутящего момента, передаваемого от двигателя измельчителя до исполнительного механизма (до подвижного ножа), требуется знание как действующей силы резания, так и направления её действия.

Определение усилия резания по размерам контактных площадок и распределенным по ним давлению достаточно сложно. Если распределенную нагрузку на режущей кромке заменить эквивалентной по значению и направлению действия равнодействующей силой $P_{рав}$ с точкой приложения на периферии пера (лопасти) подвижного ножа (рисунок 1), решение поставленных задач упрощается.

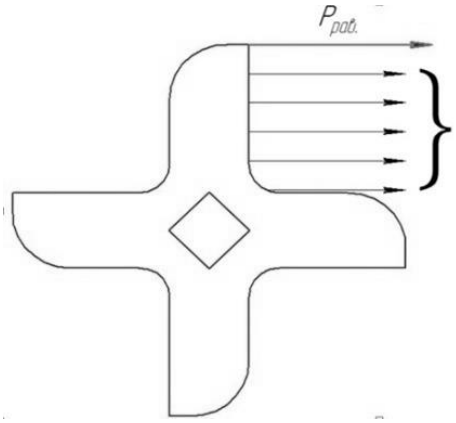


Рисунок 1. Распределение давления вдоль режущей кромки пера подвижного ножа

Figure 1. Pressure distribution along the cutting edge of the movable knife blade

По данным [1], усилия, отнесенные к длине режущей кромки, при измельчении следующие (н/м): для моркови 14–16; капусты 10–12; лука 17–18; парного мяса 50–60, вареного 27–50, мороженного 230–300, сала 100–150. Вместе с тем вышеприведенные данные свидетельствуют о том, что процессы измельчения пищевых продуктов являются достаточно энергоемкими. Так, например, волчок К7-ФВП-160–1, предназначенный для среднего и мелкого измельчения мясного сырья, имеет электродвигатель мощностью 32,2 кВт, а куттер Л5-ФКМ, предназначенный для окончательного тонкого измельчения мяса и приготовления фарша при производстве варёно-копченых, полукопчёных, сырокопчёных, вареных ливерных колбас, сосисок, сарделек, имеет электродвигатель мощностью -30,6 кВт. Машина Б9-ФДМ-01, используемая для измельчения блоков замороженного мяса, имеет электродвигатель мощностью 55 кВт. Эти примеры свидетельствуют о чрезвычайно большой энергоемкости процесса измельчения мяса и мясных продуктов. К примеру, установленная мощность электродвигателей на металлорежущих станках, в среднем, не превышает 8–10 кВт.

Основными источниками препятствий рабочему движению режущих лезвий являются:

– разделение (разрезание) измельчаемого продукта на части;

– дополнительная деформация, связанная с отгибанием измельченного продукта и с временной потерей формы отрезаемых кусочков;

– наличие сил трения между измельчаемым продуктом и контактными поверхностями деталей механизма измельчения.

Исследования показывают, что разделение (разрезание) измельчаемого продукта на части

является наиболее энергозатратным. В большинстве машинах для измельчения используется паранеподвижная решетка с рабочими отверстиями и подвижной крестообразный нож с лепестками, на которых расположены режущие кромки. Эти детали являются наиболее ответственными в механизме измельчения, конструктивные элементы которых в значительной мере определяют энергозатраты на процесс измельчения. Их изготавливают из износостойких высоколегированных марок: У12А, У13А (углеродистая высококачественная сталь ГОСТ 1435–90 «Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технические условия»); ХВГ (сталь ГОСТ 5950–2000 «Прутки, полосы и мотки из инструментальной легированной стали. Общие технические условия»); ШХ15 (износоустойчивая сталь ГОСТ301–60) и т. д. Основным видом разрушения мяса и мясопродуктов является пластическое, которое при росте касательных напряжений завершается срезом, а совместно с нормальными напряжениями – отрывом.

Волчки (мясорубки) широко распространены в мясной и рыбной отраслях. Режим работы мясорубок должен быть таким, чтобы качество измельченного материала было такое же, как исходного. Принцип работы волчка заключается в том, что резание осуществляется парой режущих инструментов – плоским вращающимся ножом и ножевой решеткой. Общеизвестно, что режущие элементы деталей измельчителей имеют режущие кромки и лезвия. Лезвие представляет собой клинообразный элемент ножа для проникновения в измельчаемый материал, в частности в мясо, и отделения слоя (кусочков мяса, оказавшихся в отверстиях решетки). В результате пересечения передних и задних поверхностей лопасти (пера) ножа образуется режущая кромка в виде прямой или кривой линии.

Анализ конструктивных особенностей существующих подвижных ножей свидетельствует о том, что формы и размеры лопастей (перьев) в поперечном сечении не отвечают требованиям энергоэффективности. Вращающийся лепесток ножа непрерывно преодолевает сопротивление измельчаемой среды. И это сопротивление тем больше, чем больше площадь максимального продольного сечения лепестка, измеренная в плоскости, нормальной к рабочей поверхности решетки. В работе участвуют не только режущие кромка и лезвие, но и другие поверхности, так как они имеют контакт с измельчаемым продуктом и решеткой.

Заметим ещё раз, в данной работе рассматривается процесс механического расчленения продукта с помощью вклинивающегося в него рабочего органа для измельчения без предъявления требований к форме отделившихся частей, при этом лезвия ножей должны отделять куски продукта путём резания, а не отрыва от них.

Можно предположить, что оптимальной с точки зрения энергоэффективности является клинообразная форма лопасти во всех поперечных сечениях (рисунок 2).

Если рассматривать конструкцию лопасти (пера) как односкосый клин, то на него действуют силы:

– на поверхности, обращенной к решетке и совмещенной с её поверхностью резания, действуют силы трения $F_{тр1}$ и сила W, действующая по нормали (она образована в результате давления обрабатываемого продукта со стороны шнека на лопасть (перо) и прижатия гайкой решетки к подвижному ножу);

– на наклонной поверхности клина действующей силы – $F_{тр2}$ и сила N (равнодействующая равномерно или неравномерно распределённой нагрузке), действующая по нормали к наклонной поверхности;

– на режущую кромку действующей силы резания $F_{рез}$ (резания на части продукта, разрушения целостности продукта, измельчения продукта);

– на клин действует сила Q, осуществляющая процесс измельчения. Это сила толкает лопасть вперед, вращает подвижный нож.

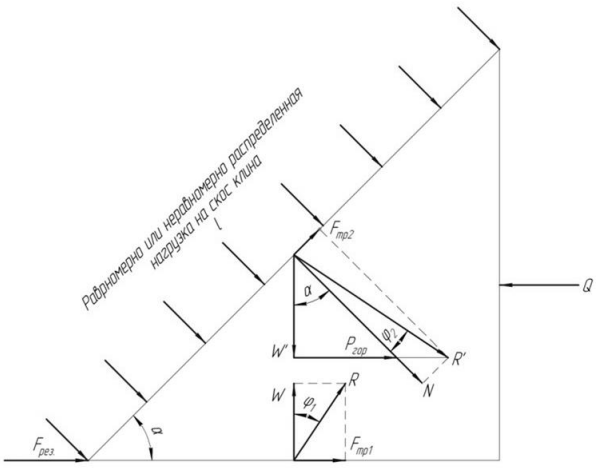


Рисунок 2. Силы, действующие на лопасть подвижного ножа, выполненного в виде односкосого клина

Figure 2. Forces acting on the blade of a movable knife, made in the form of a one-slit wedge

$F_{тр1}$ – силы трения между лопастью и решеткой; W – сила реакции, образованная в результате совместного действия силы прижатия гайкой решетки к подвижному ножу и давления обрабатываемого продукта со стороны шнека на лопасть; N - равнодействующая равномерно или неравномерно распределенной нагрузки, действующая по нормали к наклонной поверхности; $F_{тр2}$ – сила трения между обрабатываемым продуктом и скосом клина; α – угол при вершине клина; $P_{гор}$ – горизонтальная составляющая равнодействующей R'; φ_1 – угол трения в плоскости резания; φ_2 – угол трения на скосе клина; W' – вертикальная составляющая равнодействующей R' (заметим $W' \neq W$); Q – сила, действующая на лопасть в направлении движения ножа; $F_{рез}$ – сила резания, приложенная к режущей кромке.

Исходя из условия равновесия клина, можно написать

$$Q = F_{рез} + F_{тр} + P_{гор}.$$

Величина силы резания $F_{рез}$ зависит от физико-механических свойств измельчаемого продукта. В данном случае мы не рассматриваем способы изменения физико-механических свойств измельчаемого продукта с целью уменьшения потребных сил резания. Сила трения $F_{тр1}$ определяется по формуле

$$F_{тр} = Wf,$$

где f – коэффициент трения (сталь по стали 0,10–0,15, или угол трения – 5–8°); W – нормальная реакция на основании клина (она складывается из усилия N' давления прижатия зажимной гайкой решетки к подвижному ножу и вертикальной составляющей W').

Горизонтальная составляющая $P_{гор}$ может быть определена по формулам (для простоты изложения материала опускаем промежуточные расчёты)

$$P_{гор} = \frac{N}{\cos\varphi_2}\cos(\alpha + \varphi_2)\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2)$$
$$P_{гор} = \frac{N}{\cos\varphi_2}\sin(\alpha + \varphi_2) \quad (1)$$

где φ_2 – угол трения на скосе клина.

Формулу (1) можно видоизменить так:

$$P_{гор} = \frac{\sin(\alpha + \varphi_2)}{\cos\varphi_2} N = KN,$$

где K – коэффициент при N, зависящий от угла заострения при вершине клина α и угла трения φ_2. Если принять угол заострения при вершине клина $\alpha = 35°$, коэффициент трения измельчаемого продукта по металлу – 0,02–0,05 (пищевой продукт-металл) и угол трения φ_2 будет находиться в пределах 1°10'–2° 52' $\left(\approx 3^{\circ}\right)$, то $K \approx 0{,}62$.

При $\alpha = 7°$ и $\varphi_2 = 3°$ $K \approx 0{,}17$, т. е. при прочих равных условиях, $P_{гор}$ уменьшается почти в 3,6 раза.

Результаты выполненных расчетов показывают, что с точки зрения энергоэффективности процесса измельчения пищевого продукта лопасти подвижного ножа должны иметь форму классического клина во всех поперечных сечениях. Причем угол заострения α при вершине клина должен быть не более 6–8°[2].

Конструктивные размеры клина должны быть определены на основании расчетов на прочность и жесткость. Кроме того, подвижные ножи в промышленных измельчителях перетачиваются не менее трех-четырёх раз за период их эксплуатации, и это обстоятельство должно быть учтено при разработке чертежа.

Энергоэффективность измельчителей пищевых продуктов зависит не только от конструктивных элементов подвижного ножа, но и решётки. Наиболее распространённой и технологичной конструкцией решётки является круглый диск с рабочими круглыми цилиндрическими отверстиями, образующие которых перпендикулярны к торцевым поверхностям диска.

Выше мы отметили, что режущий элемент в любой конструкции должен иметь форму клина и с точки зрения энергоэффективости иметь маленький угол заострения. Режущее лезвие, образованное плоской торцевой поверхностью решётки и круглой цилиндрической поверхностью рабочего отверстия, имеет угол заострения 90° и не является энергоэффективным.

Если круглые цилиндрические отверстия заменить круглыми усеченными коническими отверстиями, то можно добиться получения меньшего угла заострения на входе в рабочее отверстие, т. е. α<90°. Например, если отверстие на входе имеет Ø7,4 мм на решётке толщиной 5 мм и режущее лезвие с уголом заострения 82°, то диаметр отверстия на выходе составит Ø8,8 мм, т. е. размер перемычки между отверстиями станет неприемлемо малым или исчезнет вовсе. Возникшую проблему предлагается решить, используя решётки с комбинированными рабочими отверстиями, имеющими на входе форму круглого усеченного конуса, на выходе – круглого цилиндра (рисунок 3) [3].

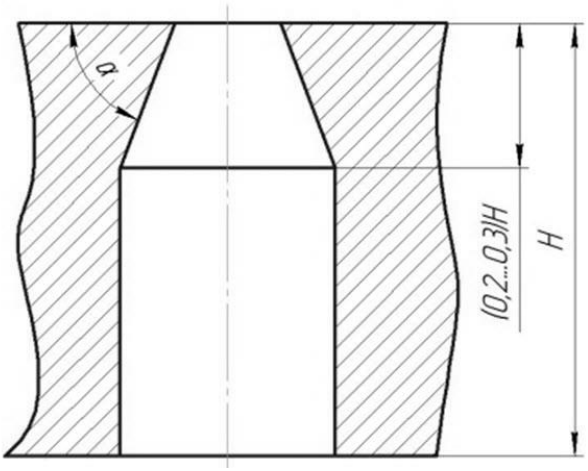


Рисунок 3. Схема комбинированного рабочего отверстия в решётке

Figure 3. The scheme of the combined working holes in the lattice

Если диаметр входного отверстия будет Ø 7,4 мм, угол режущего лезвия – 82°, высота усеченного конуса 0,25 Н =1,25 мм при толщине (высоте) решётки Н = 5 мм, то диаметр отверстия на выходе составит Ø7,75 мм, что даст возможность сохранить ту прозрачность решётки, которую бы она имела при рабочих отверстиях цилиндрической формы диаметром Ø7,75 мм.

Для повышения технологичности и сохранения повышенных режущих свойств лезвий конических отверстий нами предложена модернизированная конструкция решётки (рисунок 4).

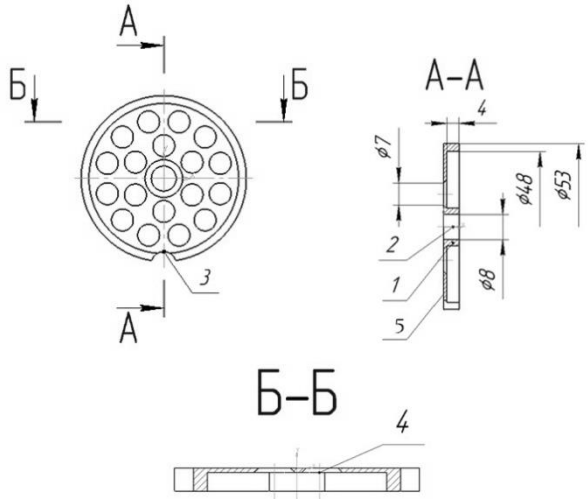


Рисунок 4. Стаканообразная решётка для измельчения пищевых продуктов

Figure 4. Grill in the form of glass for grinding food

1 – ступица с отверстием 2 для установки решётки на шейку шнека; 3 – паз для фиксации решётки; 4 – круглые конические отверстия на днище 5.

Отверстия решётки располагаются на днище «стакана». Толщина днища стакана должна быть минимальной (с учетом двух-трёх переточек за период эксплуатации решётки; исключения видимой деформации решётки; исключения видимой деформации днища «стакана» (решётки) под действием фронтальных нагрузок технологического сырья со стороны шнека). Имея минимальную толщину днища, на нём можно будет разместить рабочие отверстия, расширяющиеся от входа к выходу, не нарушая принципы прозрачности и технологичности производства решёток. Рабочее отверстие на входе будет иметь размеры, необходимые для измельчения технологического сырья (измельчение крупное, среднее или мелкое).

Отверстие имеет форму круглого конуса с прямолинейной образующей. Такая форма отверстия позволяет получить на входе режущее лезвие с углом заострения α значительно меньше, чем 90°, а минимальная толщина днища позволяет разместить требуемое количество отверстий на решётке, не нарушая принципа прозрачности.

Для выполнения сравнительных испытаний на энергоэффективность были изготовлены решётки с рабочими комбинированными отверстиями, имеющими на входе форму круглого усеченного конуса, обеспечивающего угол заострения режущего лезвия α = 82°; подвижные ножи, лопасти которых имеют режущие лезвия с углами заострения α = 7–8°.

Решётки и подвижные ножи были изготовлены из рессорно-пружинной стали (по ГОСТ 14959–2016) марки 65Г, отожжены при температуре около ~ 810° С, закалены при температуре 830 °С, охлаждены в масле, отпущены при температуре 480 °С. Более энергоэффективными оказались решётки и неподвижные ножи из углеродистой высококачественной стали (по ГОСТ 1435–99) марки У13А. Она отличается от качественной стали более низким содержанием серы, фосфора, марганца и большей чистотой по неметаллическим включениям, меньше выкрашивается в тонкой режущей кромке при шлифовании (заточке) и эксплуатации.

Сравнительные испытания на энергоэффективность решёток и подвижных ножей следует выполнять на одном измельчителе, так как коэффициент полезного действия (КПД<1) зависит от особенностей кинетических цепей, используемых в конструкции измельчителя. Кроме того, фактическая частота вращения шнека у различных производителей измельчителей разная (140, 200, 250, 300 об/мин).

Эти особенности должны быть учтены. Для измельчения технологического сырья необходимо затратить энергию [4]. Мощность, непосредственно затрачиваемая на измельчение, определяется по формуле (при условии, что направления силы измельчения и скорости измельчения совпадают)

$$N = \frac{PV}{60},$$

где N – мощность, затраченная в процессе измельчения, кВт; P – Суммарная сила резания, приложенная к режущим лезвиям, кН; $V = 10^{-3}\pi Dn$ – скорость измельчения, м/мин; D – диаметр окружности, проходящей по периферийным точкам лопастей подвижного ножа; N - частота вращения подвижного ножа, об/мин.

Результаты сравнительных испытаний приведены в таблице 1

Таблица 1.

Результаты сравнительных испытаний на энергоэффективность решёток и подвижных ножей измельчителей пищевых продуктов (различные сорта говядины)

Table 1.

The results of comparative tests on the energy efficiency of the grids and movable knives of food choppers (various beef varieties)

Параметры решётки Lattice options	Параметры подвижного ножа Sliding Knife Parameters	N, W
Работа на холостых оборотах без измельчительной насадки Idling without chopping nozzle		~90
Работа с измельчительной насадкой без технологического сырья Work with a grinding nozzle without technological raw materials		~150
Рабочие цилиндрические отверстия Ø 4 мм, углы заострения режущих лезвий – α= 90°, прозрачность – 0,165 Working cylindrical holes Ø 4 mm, sharpening angles of the cutting blades – α = 90 °, transparency - 0.165	Углы заострения на режущих лезвиях лопастей – α = 88°, в поперечных сечениях имеют форму, близкую к трапеции The angles of sharpening on the cutting blades of the blades - α = 88 °, in cross sections have a shape close to the trapezoid	~330
Рабочие цилиндрические Ø7 мм, углы заострения режущих лезвий – α=90°, прозрачность – 0,302 Working cylindrical Ø7 mm, sharpening angles of cutting blades – α = 90 °, transparency - 0.302		~250
Рабочие отверстия комбинированные, имеющие на входе Ø 7 мм, углы заострения режущих лезвий – α = 82°, прозрачность – 0,302 Combined working holes with an input of Ø 7 mm, sharpening angles of the cutting blades – α = 82 °, transparency – 0.302		~190
Рабочие отверстия комбинированные, имеющие на входе Ø7 мм, углы заострения режущих лезвий – α= 82°, прозрачность – 0,302 Combined working holes with an input of Ø7 mm, cutting edge sharpening angles – α = 82 °, transparency - 0.302	Углы заострения на режущих лопастях α = 7°, в поперечных сечениях имеют форму классического клина Pointing angles on the cutting blades α = 7°, in cross sections have the shape of a classic wedge	~175

Анализируя данные таблицы 1, нельзя не обратить внимания на то, что:

– затраты мощности на преодоление сил трения между решёткой и подвижным ножом значительны (150 – 90 =60 ватт);

– чем меньше прозрачность решетки, тем больше при прочих равных условиях потребная мощность на измельчение (330 – 250 = 80 ватт);

– чем меньше углы заострения режущих лезвий в рабочих отверстиях решётки, тем меньше потребная мощность на измельчение (250 – 190 = 60 ватт);

– при совместной работе решётки с комбинированными рабочими отверстиями и подвижного ножа с лопастями, имеющими в поперечных сечениях форму классического клина, потребная мощность на измельчение уменьшается.

Следует отметить, что энергоэффективность процесса измельчения пищевых продуктов тем выше, чем меньше углы заострения режущих лезвий решётки и лопастей подвижного ножа [5–10]. Этот эффект в наибольшей мере проявляется при измельчении некачественного мяса, которое характеризуется чрезмерным наличием соединительных и хрящевых тканей, плёнок и т. п.

ЛИТЕРАТУРА

1 Даурский А.Н., Мачихин Ю.А. Резание пищевых материалов: Теория процесса, машины, интенсификация. М.: Пищевая промышленность, 1980. – 240 с.

2 Батыров У.Д., Атаев П.Л., Карданов Т.Х., Токов А.З. Повышение эффективности и качества работы измельчителей пищевых продуктов // Качество. Инновации. Образование. 2015. Т. 2. № 5. С. 225–227.

3 Batyrov U.D., Ataev P.L., Tokov A.Z., Islamova O.V. Research of Ways of Preserving the Quality of Grinded Food Products in the Process of Grinding // 2017 IEEE Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies, IT and MQ and IS. 2017. P. 304–306.

4 Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н. и др. Машины и аппараты пищевых производств; под ред. акад. В.А. Панфилова. М.: Высшая школа, 2001. 703 с.

5 Dolata W., Rywotycki R. The optimal design of knives of bowl cutters // Journal of Food Technology. 2001. № 2. P. 87–94.

6 Savescu A., Cuny-Guerrier A., Wild P., Reno G. et al. Objective assessment of knife sharpness over a working day cutting meat // Applied ergonomics. 2018. V. 68. P. 109–116.

7 Arik E., Karaca S. The effect of some preslaughter factors on meat quality of bulls slaughtered in a commercial abattoir in Turkey // Indian Journal of Animal Research. 2017. V. 51. № 3. P. 557–563.

8 Alarcon-Rojo A.D., Janacua H., Rodriguez J. C., Paniwnyk L. et al. Power ultrasound in meat processing // Meat science. 2015. V. 107. P. 86–93.

9 Туманова М.И. К вопросу обоснования конструктивно-режимных характеристик дискового рабочего органа, оснащенного режущими сегментами // Вестник аграрной науки Дона. 2018. Т. 1. № 41. С. 65–70.

10 Пеленко В.В., Иваненко В.П., Верболоз Е.И., Усманов И.И. Оценка влияния наклона винтовой поверхности последнего витка шнека волчка на давление сырья в зоне резания // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2018. № 3. С. 26–34.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Оксана В. Исламова к.т.н., доцент, кафедра управления качеством, Кабардино-Балкарский государственный университет, ул, Чернышевского 173, г. Нальчик, 160000, Россия, islamova_81@mail.ru

Азкер З. Токов ст. преподаватель, кафедра управления качеством, Кабардино-Балкарский государственный университет, ул, Чернышевского 173, г. Нальчик, 160000, Россия, keratok@mail.ru

Фируза А. Атаева к.и.н., доцент, кафедра истории и философии, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет, ул. просп. Ленина 1, г. Нальчик, 160000, Россия, berova76@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2019

REFERENCES

1 Daursky A.N., Machikhin Yu.A. Cutting food materials: Theory of process, machines, intensification. Moscow, Pishchevaya promyshlennost', 1980. pp. 240. (in Russian).

2 Batyrov U.D., Ataev P.L., Kardanov T.H., Tokov A.Z. Improving the efficiency and quality of food shredders. Quality. Innovation. Education. 2015. vol. 2. no. 50. pp. 225–227. (in Russian).

3 Batyrov U.D., Ataev P.L., Tokov A.Z., Islamova O.V. Research of Ways of Preserving the Quality of Grinded Food Products in the Process of Grinding. 2017 IEEE Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies, IT and MQ and IS. 2017. pp. 304–306.

4 Antipov S.T., Kretov I.T., Ostrikov A.N. Machines and equipment for food production; ed. V.A. Panfilov. Moscow, Vysshaya shkola, 2001. pp. 703. (in Russian).

5 Dolata W., Rywotycki R. The optimal design of knives of bowl cutters. Journal of Food Technology. 2001. no. 2. pp. 87–94.

6 Savescu A., Cuny-Guerrier A., Wild P., Reno G. et al. Objective assessment of knife sharpness over a working day cutting meat. Applied ergonomics. 2018. vol. 68. pp. 109–116.

7 Arik E., Karaca S. The effect of some preslaughter factors on meat quality of bulls slaughtered in a commercial abattoir in Turkey. Indian Journal of Animal Research. 2017. vol. 51. no. 3. pp. 557–563.

8 Alarcon-Rojo A.D., Janacua H., Rodriguez J. C., Paniwnyk L. et al. Power ultrasound in meat processing. Meat science. 2015. vol. 107. pp. 86–93.

9 Tumanova M.I. To the question of substantiating the structural-operational characteristics of a disk working body equipped with segmented segments. Bulletin of the Agrarian Science of the Don. 2018. vol. 1. no. 41. pp. 65–70. (in Russian).

10 Pelenko V.V., Ivanenko V.P., Verboloz E.I., Usmanov I.I. Assessment of the influence of the slope of the helical surface of the last turn of the auger screw on the pressure of raw materials in the cutting zone. Scientific journal NRU ITMO. Series: Processes and Food Production Equipment. 2018. no. 3. pp. 26–34. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oksana V. Islamova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, quality management department, Kabardino-Balkarian State University, Chernyshevsky str., 173, Nalchik, 360000, Russia, islamova_81@mail.ru

Asker Z. Tokov senior lecturer, quality management department, Kabardino-Balkarian State University, Chernyshevsky str., 173, Nalchik, 360000, Russia, keratok@mail.ru

Firuza A. Ataeva Cand. Sci. (Hist.), associate professor, history and philosophy department, Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Lenin str., 1, Nalchik, 360000, Russia, berova76@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.2.2019

ACCEPTED 5.17.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 640

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-63-69

Определение и использование рациональных параметров процесса сушки свекловичного жома при создании барабанной сушилки с комбинированным энергоподводом

Алексей В. Дранников [1] drannikov@list.ru
Сергей В. Шахов [1] s_shahov@mail.ru
Марина О. Ерофеевская [1] marina_olegovna@mail.ru
Павел М. Суханов [1] suhanov1996@yandex.ru
Алексей Р. Бубнов [1] alex.bubnov.97@mail.ru

[1] Воронежского государственного университета инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Свекловичный жом — вторичный материальный ресурс, получаемый при традиционной технологии производства сахара. Жом может быть использован как в качестве сырья для биогазовых установок, получения биоразлагаемой упаковки, так и в качестве корма для скота. Свежий жом имеет ряд недостатков – малые сроки хранения, трудность транспортировки. Для устранения этих недостатков его целесообразно сушить. Для сохранения полезных качеств жома как сушильный агент используется воздух с невысокой температурой. Для изучения взаимодействия различных факторов, влияющих на процесс сушки свекловичного жома, применяются математические методы планирования эксперимента. Математическое описание данного процесса может быть получено эмпирически. При этом его математическая модель имеет вид уравнения регрессии, найденного статистическими методами на основе экспериментов. В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс сушки свекловичного жома в барабанной сушилке воздухом. В результате проведенных исследований предложено использование барабанной сушилки с комбинированным энергоподводом (воздухом и перегретым паром), что позволит не только ускорить процесс сушки, но и сохранить полезные качества продукта.

Ключевые слова: сушка, свекловичный жом, биоразлагаемая упаковка, вторичные материальные ресурсы, виброкипящий слой, разряжение, перегретый пар, статистическая модель

Determination and use of rational parameters of the drying process of beet pulp when creating a drum dryer with a combined energy supply

Alexey V. Drannikov [1] drannikov@list.ru
Sergei V. Shakhov [1] s_shahov@mail.ru
Marina O. Erofeevskaya [1] marina_olegovna@mail.ru
Pavel M. Sukhanov [1] suhanov1996@yandex.ru
Alexey R. Bubnov [1] alex.bubnov.97@mail.ru

[1] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Beet pulp is a secondary material resource obtained using traditional sugar production technology. Bagasse can be used as raw material for biogas plants, obtain biodegradable packaging, and as feed for livestock. Fresh bagasse has several disadvantages: short shelf life, difficulty in transportation, it is advisable to dry it to eliminate these shortcomings. To preserve the useful qualities of pulp, air with a low temperature is used as a drying agent. To study the interaction of various factors affecting the drying process of beet pulp, mathematical methods are used to plan the experiment. A mathematical description of this process can be obtained empirically. Moreover, his mathematical model has the form of a regression equation, found by statistical methods based on experiments. As a result of statistical processing of the experimental data, regression equations are obtained that adequately describe the drying process of beet pulp in an air dryer. As a result of the research, it was proposed to use a drum dryer with a combined energy supply (air and superheated steam), which will not only accelerate the drying process, but also preserve the useful qualities of the product.

Keywords: drying, beet pulp, biodegradable packaging, secondary material resources, vibro-boiling layer, vacuum, superheated steam, statistical model

Для цитирования

Дранников А.В., Шахов С.В., Ерофеевская М.О., Суханов П.М., Бубнов А.Р. Определение и использование рациональных параметров процесса сушки свекловичного жома при создании барабанной сушилки с комбинированным энергоподводом // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 63–69. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-63-69

For citation

Drannikov A.V., Shakhov S.V, Erofeevskaya M.O., Sukhanov P.M., Bubnov A.R. Determination and use of rational parameters of the drying process of beet pulp when creating a drum dryer with a combined energy supply. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 63–69. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-63-69

Введение

Свекловичный жом – вторичный материальный ресурс, получаемый при традиционной технологии производства сахара [1]. Жом может быть использован как в качестве сырья для биогазовых установок, получения биоразлагаемой упаковки, так и в качестве корма (обычно для КРС, но отчасти и для свиней, овец, лошадей, прудовой рыбы, кроликов).

Свежий жом в качестве корма имеет ряд недостатков:

– малые сроки хранения вследствие содержания в нем веществ, подвергающихся быстрой порче;

– неполная усвояемость отдельных ингредиентов;

– цена жома удваивается из-за трудностей транспортировки.

В целях повышения сроков хранения, снижения затрат при транспортировке целесообразно жом сушить.

Цель работы – изучение экспериментально-статистическим методом процесса сушки, анализ и определение оптимальных параметров взаимодействия разных факторов, влияющих на процесс сушки жома в барабанной сушилке.

Результаты и обсуждение

Для исследования взаимодействия различных факторов, влияющих на процесс сушки свекловичного жома, применяются математические методы планирования эксперимента [2]. Математическое описание данного процесса может быть получено эмпирически. При этом его математическая модель имеет вид уравнения регрессии, найденного статистическими методами на основе экспериментов. Математическая модель изучаемого процесса представлена в виде полинома второй степени

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^{n} b_i X_i + \sum_{i=1}^{n} b_{ii} X_i^2 \sum_{i \le j}^{n} b_{ij} X_i X_j ,$$

где b_o – свободный член уравнения, равный средней величине отклика при условии, что рассматриваемые факторы находятся на средних, «нулевых», уровнях; X – масштабированные значения факторов, которые определяют функцию отклика и поддаются варьированию; b_{ij} – коэффициенты двухфакторных взаимодействий, показывающие, насколько изменяется степень влияния одного фактора при изменении величины другого; b_{ii} – коэффициенты квадратичных эффектов, определяющие нелинейность выходного параметра от рассматриваемых факторов; i, j – индексы факторов; n – число факторов в матрице планирования.

Выбираем следующие основные факторы, влияющие на процесс сушки свекловичного жома: x_1 – температура сушильного агента на входе в сушильный барабан, К; x_2 – расход сушильного агента (воздуха), м^3/с; x_3 – степень заполнения сушильного барабана,%; x_4 – частота вращения сушильного барабана, об/мин.

Все эти факторы некоррелируемы между собой (таблица 1).

Таблица 1.

Пределы изменения входных факторов

Table 1.

Limits of change in input factors

Условия планирования Planning conditions	Кодированное значение Coded value	Значения факторов в точках плана Values of factors in the points of the plan			
		X_1	X_2	X_3	X_4
		$t_п$, К	$P_п$, кПа	$V_п$, м/с	$q_{уд}$,кг/м^2
Основной уровень | Basic level	0	403	1,15	20	2
Интервал варьирования | Variation interval	Δ	15	0,175	15	0,5
Верхний уровень | Top level	+1	418	1,325	27,5	2,5
Нижний уровень | Lower level	-1	388	0,975	7,5	1,5
Верхняя «звездная» точка | Top "star" point	+2	433	1,5	35	3
Нижняя «звездная» точка | Low "star" point	-2	373	0,8	5	1

Выбор интервалов изменения входных факторов обусловлен технологическими условиями процесса сушки свекловичного жома в активных гидродинамических режимах, возможностью уноса частиц материала из сушильного барабана, а также технико-экономическими показателями процесса [3].

Критериями оценки влияния входных факторов на процесс сушки свекловичного жома являются: y_1 – удельные энергозатраты процесса сушки, отнесенные на 1 кг испаренной влаги, (кВт×ч) / кг; y_2 – влагонапряжение сушильной камеры, кг / (м^3×ч).

Выбор критериев оценки Y обусловлен их наибольшей значимостью для процесса сушки свекловичного жома. Так, Y_1 определяет энергоемкость процесса и является важным показателем в оценке его энергетической эффективности, Y_2 определяет производительность процесса сушки и напрямую связан с его скоростью. Программа исследования была заложена в матрицу планирования эксперимента.

Для исследования применяли центральное композиционное ротатабельное униформпланирование и полный факторный эксперимент ПФЭ 2^4. Число опытов в матрице планирования для 4 входных параметров равно 32. Порядок опытов рандомизировали посредством таблицы случайных чисел, что исключает влияние неконтролируемых параметров на результаты эксперимента. При их обработке применяли следующие статистические критерии: Кохрена, Стьюдента, Фишера [4]. В результате получили нелинейные уравнения регрессии, описывающие данный процесс:

$$Y_1 = 2,24 + 0,223X_1 + 0,054X_2 + 0,168X_3 + 0,034X_4 - \\ -0,017X_1^2 - 0,029X_2^2 - 9\times10^{-3}X_3^2 - 0,021X_4^2; \quad (1)$$

$$Y_2 = 128,25 + 7,922X_1 + 5,672X_2 + 4,005X_3 + \\ +3,974X_4 - 3,27X_1^2 + 0,158X_2^2 - 1,342X_3^2 - 0,499X_4^2. \quad (2)$$

Анализ уравнений регрессии (1) и (2) позволяет выделить факторы, влияющие на рассматриваемый процесс. На критерии оценки наибольшее влияние оказывает температура сушильного агента на входе в сушильный барабан, наименьшее – частота вращения сушильного барабана. Причем знак «плюс» перед коэффициентом при линейных членах указывает на то, что при увеличении входного параметра значение выходного параметра увеличивается.

Степень влияния параметров относительно друг друга в уравнении
$b_1 : b_2 = 4,12$; $b_1 : b_3 = 1,32$; $b_1 : b_4 = 6,55$; $b_3 : b_2 = 3,11$; $b_3 : b_4 = 4,94$; $b_2 : b_4 = 1,58$.

Степень влияния параметров относительно друг друга в уравнении
$b_1 : b_2 = 1,39$; $b_1 : b_3 = 1,97$; $b_1 : b_4 = 1,99$; $b_3 : b_2 = 0,706$; $b_3 : b_4 = 1,007$; $b_2 : b_4 = 1,427$.
Полученные уравнения нелинейные.

В результате выполнения 32 опытов получена информация о влиянии факторов и построена математическая модель процесса, позволяющая рассчитать удельные энергозатраты и влагонапряжение объема сушильного барабана внутри выбранных интервалов варьирования входных факторов.

На рисунках 1–5 показаны кривые равных значений выходных параметров, которые несут смысл номограмм и представляют практический интерес.

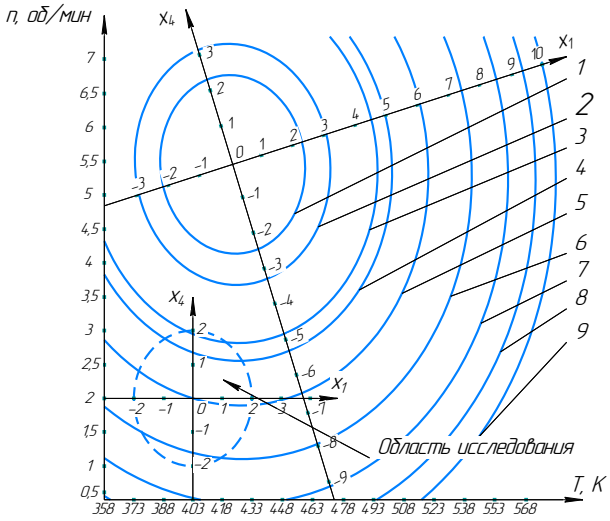


Рисунок 1. Кривые равных значений удельных энергозатрат от температуры сушильного агента на входе в сушильный барабан $t_в$ (К) и частоты вращения сушильного барабана (об/мин): 1 – 1; 2 – 1,3; 3 – 1,6; 4 – 1,9; 5 – 2,2; 6 – 2,5; 7 – 2,8; 8 – 3,1; 9 – 3,4

Figure 1. Curves of equal values of specific energy consumption from the temperature of the drying agent at the inlet to the drying drum t_v (K) and the rotation frequency of the drying drum (r / min): 1 – 1; 2 – 1.3; 3 – 1.6; 4–1.9; 5–2.2; 6 – 2.5; 7 – 2.8; 8–3.1; 9 – 3.4

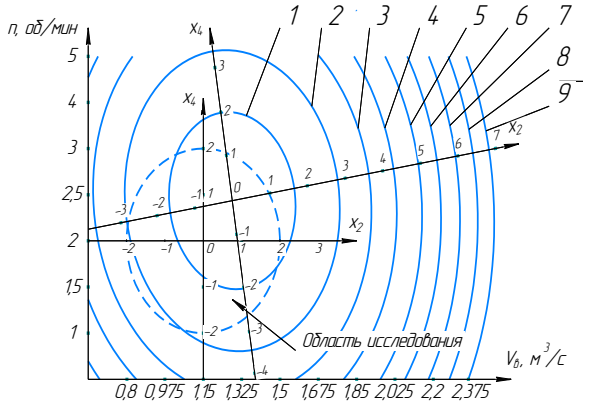


Рисунок 2. Кривые равных значений удельных энергозатрат от температуры расхода сушильного агента υв ($м^3$/с) и частоты вращения сушильного барабана (об/мин): 1 – 1; 2 – 1,3; 3 – 1,6; 4 – 1,9; 5 – 2,2; 6 – 2,5; 7 – 2,8; 8 – 3,1; 9 – 3,4

Figure 2. Curves of equal values of specific energy consumption from the flow temperature of the drying agent υв (m^3 / s) and the rotation frequency of the drying drum (r / min): 1 – 1; 2 – 1.3; 3 – 1.6; 4–1.9; 5–2.2; 6 – 2.5; 7 – 2.8; 8–3.1; 9 – 3.4

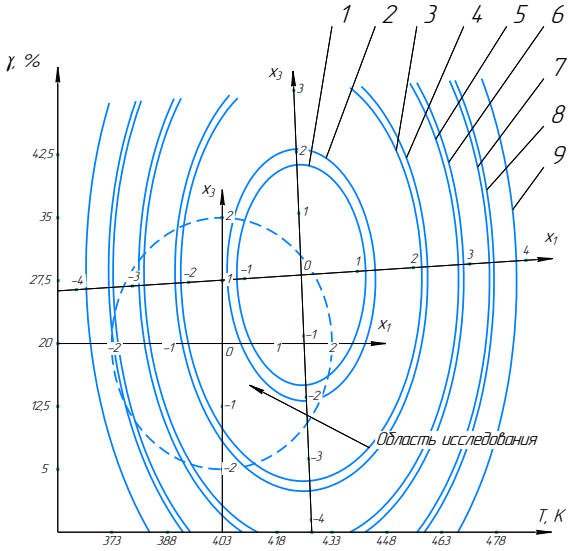


Рисунок 3. Кривые равных значений влагонапряжения от температуры сушильного агента на входе в сушильный барабан $t_в$ (К) и степени заполнения сушильного барабана (%): 1 – 100; 2 – 110; 3 – 120; 4 – 130; 5 – 140; 6 – 150; 7 – 160; 8 – 170; 9 – 180

Figure 3. Curves of equal values of moisture stress from the temperature of the drying agent at the inlet of the drying drum t_v (K) and the degree of filling of the drying drum (%): 1 – 100; 2–110; 3 to 120; 4 – 130; 5 to 140; 6 to 150; 7 to 160; 8 – 170; 9 – 180

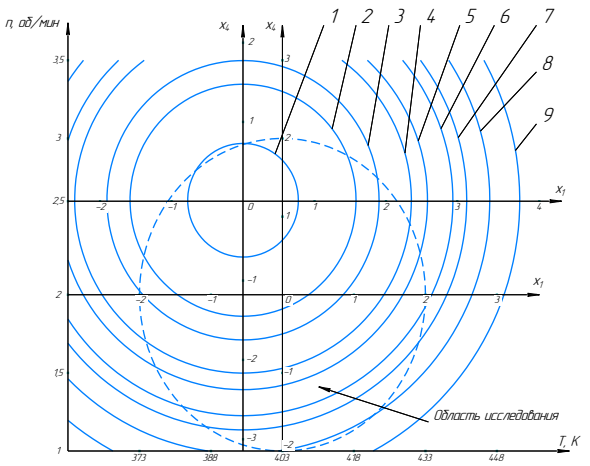


Рисунок 4. Рисунок 4. Кривые равных значений влагонапряжения от температуры сушильного агента на входе в сушильный барабан $t_в$ (К) и частоты вращения сушильного барабана (об/мин): 1 – 100; 2 – 110; 3 – 120; 4 – 130; 5 – 140; 6 – 150; 7 – 160; 8 – 170; 9 – 180

Figure 4. Curves of equal values of moisture stress from the temperature of the drying agent at the inlet of the drying drum t_v (K) and the rotation frequency of the drying drum (rpm): 1 – 100; 2–110; 3 to 120; 4 – 130; 5 to 140; 6 to 150; 7 to 160; 8 – 170; 9 – 180

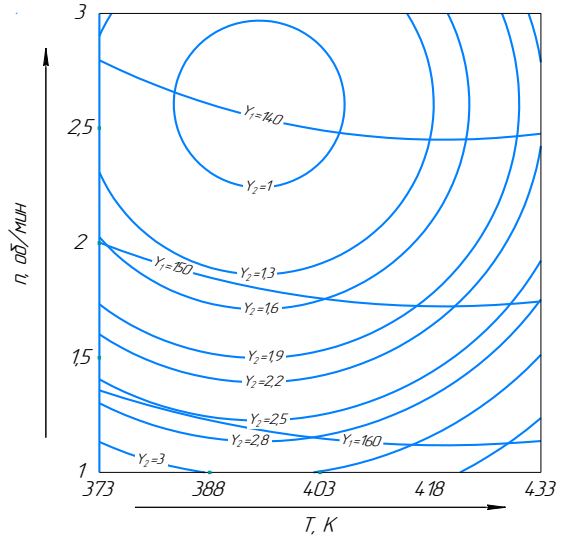


Рисунок 5. Номограмма для определения энергоёмкости (y_1) и влагонапряжения процесса сушки (y_2) в зависимости от температуры и частоты вращения сушильного барабана

Figure 5. Nomogram for determining the energy intensity (y_1) and moisture stress of the drying process (y_2) depending on the temperature and speed of the drying drum

Задача оптимизации сформулирована следующим образом: найти такие режимы работы сушилки, которые бы в широком диапазоне изменения входных параметров процесса сушки доставляли максимуму влагонапряжения сушильной камеры и минимуму удельных энергозатрат (рисунки 6,7). На рисунках 1 – 4 представлены зависимости удельных энергозатрат и влагонапряжения от входных параметров [5]. Общая математическая постановка задачи оптимизации представлена в виде следующей модели:

$$q = q(Y_1, Y_2) \xrightarrow[x \in D]{} \text{opt};$$

$$D: Y_1(X_1, X_2, X_3, X_4) \xrightarrow[x \in D]{} \min$$

$$Y_2(X_1, X_2, X_3, X_4) \xrightarrow[x \in D]{} \max;$$

$$Y_i \geq 0,\ i = \overline{1,2};\quad X_j \leq [-2;2],\ j = \overline{1,4}$$

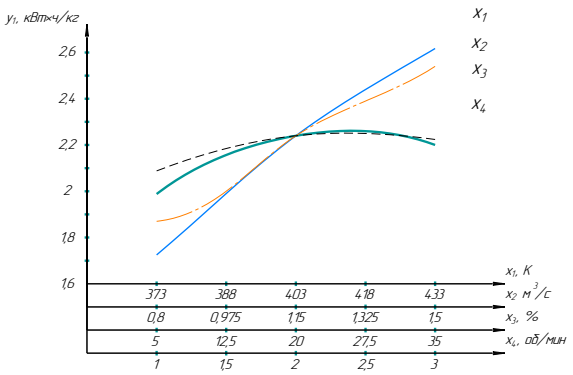


Рисунок 6. Зависимость удельных энергозатрат от входных параметров

Figure 6. The dependence of the specific energy consumption on the input parameters

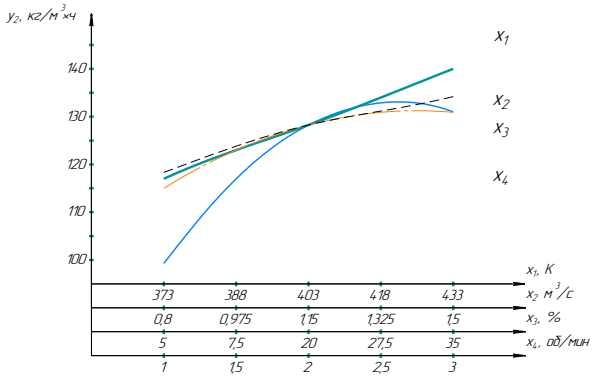


Рисунок 7. Зависимость влагонапряжения сушильного барабана от входных параметров

Figure 7. The dependence of the moisture voltage of the drying drum on the input parameters

Согласно критерию оптимизации для принятия окончательного решения по выбору оптимальных режимов исследуемого процесса была решена компромиссная задача (таблица 2).

Таблица 2.

Оптимальные интервалы параметров

Table 2.

Optimal parameter intervals

Y_i	X_1, K		X_2, kPa		X_3, m/s		X_4, kg/m^2	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Y_1	373	403	0,8	1,15	5	12,5	1	1,5
Y_2	403	418	1,15	1,5	20	27,5	2	3

В результате были получены рациональные интервалы изменения параметров: x_1 = 373–418 К, x_2 = 0,975–1,325 м^3/с, x_3 = 12,5–20%, x_4 = 1,5–2,5 об/мин.

Для проверки правильности результатов был поставлен ряд параллельных экспериментов. Полученные результаты попадали в рассчитанные доверительные интервалы по всем критериям качества. При этом среднеквадратичная ошибка не превышала 5,4%.

Для интенсификации процесса сушки и повышения качества готового материала предложена барабанная сушилка с комбинированным энергоподводом (воздухом и перегретым паром), что позволяет не только ускорить процесс сушки, но и сохранить полезные качества продукта

Барабанная сушилка (рисунок 8) для свекловичного жома работает следующим образом. Исходный материал через загрузочное устройство 7 поступает внутрь первой секции 5 вращающегося перфорированного барабана и подвергается сушке в пересыпающемся слое горячим воздухом, который подается через патрубок 8. Отработанный воздух поступает в секцию 1 неподвижного цилиндрического кожуха и далее отводится из сушилки через патрубок 10.

Подсушенный свекловичный жом направляется во вращающийся горизонтальный цилиндр 15 и перемещается внутри него с помощью шнека 16, который жестко закреплен на внутренней поверхности цилиндра 15, исключая смешивание сушильных агентов в секциях 5, 6 перфорированного барабана.

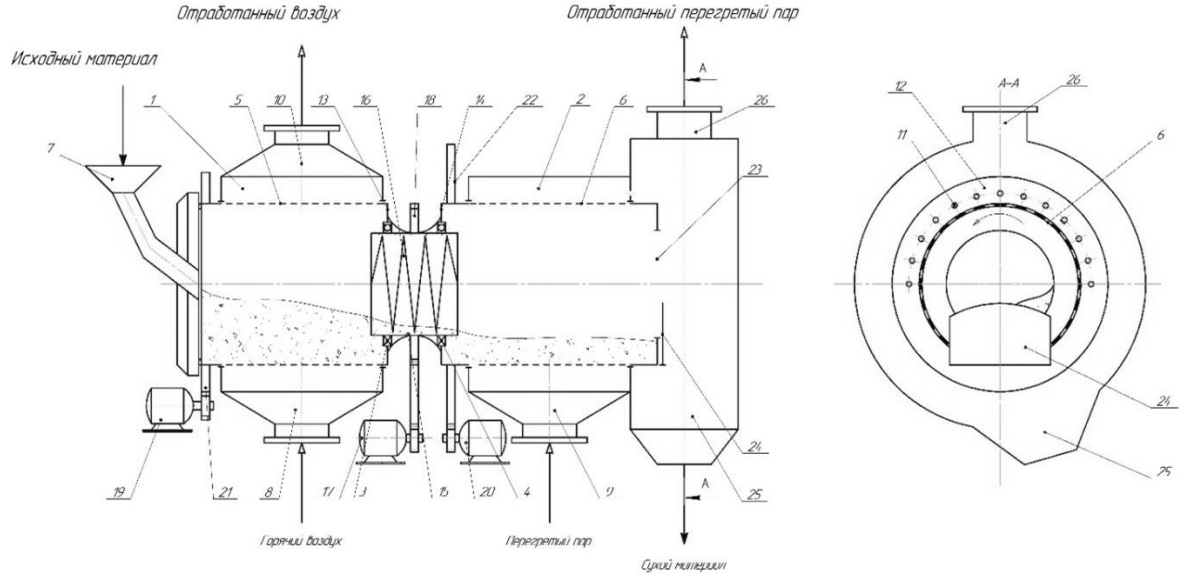


Рисунок 8. Барабанная двухсекционная сушилка с комбинированным энергоподводом

Figure 8. A drum two-section dryer with a combined energy supply

1,2 – неподвижный цилиндрический кожух; 3,4 – подшипник качения; 5,6 – секция перфорированного барабана; 7 – загрузочное устройство; 8 – патрубок для подачи горячего воздуха; 9 – патрубок для подачи перегретого пара; 10 – патрубок для отвода отработанного воздуха; 11 – отверстия для отвода отработанного перегретого пара; 12, 13, 14 – торцевая стенка; 15 – горизонтальный цилиндр; 16 – шнек; 17 , 19, 20 – электродвигатель; 18, 21, 22 – зубчатая передача; 23 – отверстие; 24 – заслонка; 25 – бункер для выгрузки материала; 26 – патрубок для отвода отработанного перегретого пара

Далее материал попадает во вторую секцию 6 перфорированного барабана, где осуществляется его сушка до конечной влажности перегретым паром, который подается через патрубок 9. Сухой свекловичный жом через отверстие 23 поступает в бункер для выгрузки материала 25 и затем выводится из сушилки. Причем время нахождения материала в сушилке и, следовательно, его конечная влажность регулируется с помощью заслонки 24.

Одна часть отработанного перегретого пара поступает в бункер 25 через отверстие 23, а остальная его часть через отверстия 11, расположенные в верхней части торцевой стенки 12 секции 2 неподвижного кожуха, после чего весь отработанный перегретый пар отводится из сушилки через патрубок 26.

Заключение

Предлагаемая барабанная сушилка позволяет:

– повысить качество готового материала, который можно использовать в качестве сырья для биоразлагаемой упаковки и в качестве ценного кормового продукта, так как предусмотрен индивидуальный привод каждой секции перфорированного барабана и, как следствие, посекционная регулировка скорости вращения перфорированного барабана;

– повысить интенсивность проведения процесса сушки свекловичного жома вследствие того, что обеспечивается посекционная сушка дисперсного материала сушильными агентами разного температурного потенциала, которые при этом не смешиваются, и за счет возможности регулирования количества перегружаемого материала из одной секции барабана в другую.

ЛИТЕРАТУРА

1 Голубев И.Г., Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю., Лопатников М.В. Рециклинг отходов в АПК: справочник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. 296 с.

2 Hepbasli A. Exergoeconomic analysis of plum drying in a heat pump conveyor dryer // Drying Technology. 2010. V. 28. P. 1385–1395.

3 Дранников А.В., Литвинов Е.В., Полканов А.С., Костина Д.К. Выбор рациональных параметров процесса сушки свекловичного жома в импульсном виброкипящем слое пониженного давления // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 31–39. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-31-39

4 Дранников А.В., Шевцов А.А., Квасов А.В., Бубнов А.Р. Формирование каналов управления процессом комбинированной сушки свекловичного жома // Автоматизация. Современные технологии. 2019. № 2. С. 69–73.

5 Назаров С.А. Комбинированный теплопровод при сушке сыпучих материалов // Материалы LVI отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2017 год: в 3 ч. Ч. 2; под ред. С.Т. Антипова. Воронеж: ВГУИТ, 2018. С. 138.

6 Мурашкина О.А., Редченко М.А., Авроров В.А., Авроров Г.В. О снижении энергозатрат при сушке свекловичного жома // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019. Т. 8. №2 (46). С. 160–164.

7 Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А., Артемьев В.В. Разработка установки для сушки свекловичного жома // Наука в современных условиях от идеи до внедрения: Материалы Национальной научно-практической конференции. В 2-х томах. 2018. С. 177–180.

8 Шишацкий Ю.И., Голубятников Е.И. Кинетика сушки свекловичного жома // Вестник ВГУИТ. 2012. №2. С. 21–23.

9 Дыганова Р.Я., Шипков В.П.: Оценка энергетической ценности использования отходов свеклосахарной промышленности // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18. №4-5. С. 893–895.

REFERENCES

1 Golubev I.G., Shvanskaya I.A., Konovalenko L.Yu., Lopatnikov M.V. Retsikling otkhodov v APK: spravochnik [Waste recycling in the agricultural sector]. Moscow, FSINI “Rosinformagrotekh”, 2011. 296 p. (in Russian).

2 Hepbasli A. Exergoeconomic analysis of plum drying in a heat pump conveyor dryer. Drying Technology. 2010. vol. 28. pp. 1385–1395.

3 Drannikov A.V., Litvinov E.V., Polkanov A.S., Kostina D.K. The choice of rational parameters of beet pulp drying process in a pulsed low-pressure vibro-boiling layer. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 31–39. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-31-39

4 Drannikov A.V., Shevtsov A.A., Kvasov A.V., Bubnov A.R. Formation of channels for managing the process of combined drying of beet pressed skins. *Avtomatizatsiya. Sovremennyye tekhnologii* [Automation. Modern technologies]. 2019. no. 2. pp. 69–73. (in Russian).

5 Nazarov S.A. Combined heat conduit for drying bulk materials. Materialy LVI otchetnoy nauchnoy konferentsii prepodavateley i nauchnykh sotrudnikov VGUIT za 2017 god [Materials of the LVI of the reporting scientific conference of teachers and scientists of VSUET for 2017]. Voronezh, VSUET, 2018. pp. 138. (in Russian).

6 Murashkina O.A., Redchenko M.A., Avrorov V.A., Avrorov G.V. On the reduction of energy consumption during drying of beet pulp. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus* [XXI century: results of the past and problems of the present plus]. 2019. vol. 8. no. 2 (46). Pp. 160–164. (in Russian).

7 Kurdyumov V.I., Pavlushin A.A., Sutyagin S.A., Artemyev V.V. Development of a plant for drying beet pulp. Nauka v sovremennykh usloviyakh ot idei do vnedreniya [Science in modern conditions from idea to implementation: materials of the National scientific-practical conference. In 2 volumes]. 2018. pp. 177–180. (in Russian).

8 Shishatsky Yu.I., Golubyatnikov E.I. Kinetics of drying beet pulp. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2012. no. 2. pp. 21–23. (in Russian).

9 Dyganova R.Ya., Shipkov VP. Evaluation of the energy value of the use of beet sugar industry waste. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2016. vol. 18. no. 4–5. pp. 893–895. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексей В. Дранников д.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, drannikov@list.ru

Сергей В. Шахов д.т.н., профессор, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, s_shahov@mail.ru

Марина О. Ерофеевская аспирант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, marina_olegovna@mail.ru

Павел М. Суханов студент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, suhanov1996@yandex.ru

Алексей Р. Бубнов студент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий), пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alex.bubnov.97@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Алексей В. Дранников предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Сергей В. Шахов консультация в ходе исследования

Марина О. Ерофеевская консультация в ходе исследования

Павел М. Суханов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Алексей Р. Бубнов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexey V. Drannikov Dr. Sci. (Engin.), associate professor, machines and apparatuses of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, drannikov@list.ru

Sergei V. Shakhov Dr. Sci. (Engin.), professor, machines and apparatuses of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, s_shahov@mail.ru

Marina O. Erofeevskaya postgraduate, machines and apparatuses of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, marina_olegovna@mail.ru

Pavel M. Sukhanov student, machines and apparatuses of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, suhanov1996@yandex.ru

Alexey R. Bubnov student, machines and apparatuses of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, alex.bubnov.97@mail.ru

CONTRIBUTION

Alexey V. Drannikov proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Sergei V. Shakhov consultation during the study

Marina O. Erofeevskaya consultation during the study

Pavel M. Sukhanov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Alexey R. Bubnov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.2.2019

ACCEPTED 5.17.2019

Пищевая биотехнология

Food biotechnology

Оригинальная статья/Original article

УДК 637.521.47:663.051/.052

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-70-75

Разработка новых видов рубленых полуфабрикатов

Марина В. Клычкова [1] maryavg@list.ru
Юлия С. Кичко [1] kichko.80@mail.ru
Михаил Д. Романко [1] romanko52@list.ru
Елена П. Мирошникова [1] elenaakva@rambler.ru

[1] Оренбургский государственный университет, пр-т Победы, 13, г. Оренбург, 460018, Россия

Аннотация. В настоящее время возникла необходимость разработать новые рецептуры и технологии, позволяющие вырабатывать рубленые полуфабрикаты с относительно низкой себестоимостью, оригинальным вкусом и длительным сроком хранения. Для улучшения органолептических показателей рубленых полуфабрикатов используются различные посолочные смеси, маринады, кислотосодержащие продукты, приправы и пряности. К ним можно отнести пиво, красное вино, лимонный сок, маринад (лавровый лист, соль, перец черный горошком, репчатый лук, лимонный сок или уксус). Маринады на сегодняшний день являются новым и мало исследованным сырьем для производства полуфабрикатов. Они придают мясу нежную консистенцию, приятный аромат и могут устранить или ослабить нежелательный запах, что достигается добавлением различных специй и приправ. В данной работе была рассмотрена проблема расширения ассортимента рубленых полуфабрикатов. С этой целью была разработана рецептура рубленных полуфабрикатов «Нур» на основе нескольких видов маринадов с применением свежих зерен граната с целью получения «оригинального» и необычного продукта питания нового поколения. В рецептуре всех видов котлет были использованы свежие зерна граната, которые придают котлетам необычный кисло-сладкий вкус. В составе косточек этого фрукта входит 15 аминокислот и большое количество жирных кислот. Гранат богат углеводами, важными витаминами группы В и витамином С, минеральными веществами (кальций, магний, железо). Для проведения исследований были изготовлены четыре вида рубленых котлет «Нур» с гранатом и маринадами «Брусничный», с «Базиликом», «Пикантильо» и без добавления маринада. Разработанный ассортимент рубленных полуфабрикатов обладает высокой пищевой и биологической ценностью, хорошими органолептическими показателями с ярко выраженным вкусом. По органолептическим показателям лучшей отмечена котлета рубленная «Нур» с гранатом и добавлением маринада «Пикантильо». Анализируя данные исследований по хранимоспособности, следует отметить, что при соблюдении установленного режима, изменения по органолептическим показателям в процессе хранения незначительные. При разработке рубленых котлет «Нур» с гранатом, с задачей улучшения вкусоароматики успешно справляются маринады «Брусничный», с «Базиликом», «Пикантильо», производимые под торговой маркой «Цетрина.

Ключевые слова: рубленые полуфабрикаты, маринады, разработка рецептуры, показатели качества

New types of chopped semi-finished products development

Marina V. Klychkova [1] maryavg@list.ru
Yulia S. Kichko [1] kichko.80@mail.ru
Mihail D. Romanko [1] romanko52@list.ru
Elena P. Miroshnikova [1] elenaakva@rambler.ru

[1] Orenburg State University, Pr. Pobedy, 13 Orenburg, 460018, Russia

Abstract. Nowadays there is a need to develop new recipes and technologies that allow the production of chopped semi-finished products with a relatively low cost, original taste and long shelf life. Various curing mixtures, marinades, acid-containing products, seasonings and spices are used to improve the organoleptic characteristics of chopped semi-finished products. They include beer, red wine, lemon juice, marinade (laurel leaves, salt, black peppers, onions, lemon juice or vinegar).Today marinades are a new and little studied raw material for the production of semi-finished products. They give the meat a delicate texture, a pleasant aroma and can eliminate or weaken the undesirable odor, which is achieved by various spices and seasonings adding. The problem of chopped semi-finished products assortment expanding was considered in this paper. The recipe for chopped semi-finished products "Nur" based on several types of marinades with the application of fresh pomegranate seeds was developed to obtain an "original" and unusual new-generation food product. Fresh pomegranate seeds, which give the cutlets an unusual sweet and sour taste, were used in the recipe for all types of cutlets. The composition of the seeds of this fruit includes 15 amino acids and a large amount of fatty acids. Pomegranate is rich in carbohydrates, important B vitamins and vitamin C, minerals (calcium, magnesium, iron). Four types of chopped "Nur" cutlets with pomegranate and Lingonberry, Basil, Picantillo marinades and without adding marinade were made for research. The developed assortment of chopped semi-finished products has high nutritional and biological value, good organoleptic characteristics with a pronounced taste. According to the organoleptic indicators, the best is the chopped Nur cutlet with pomegranate and the addition of Picantillo marinade. Analyzing the data of studies on storage capacity, it should be noted that, subject to the established regime, changes in organoleptic indicators during storage are insignificant. When developing chopped "Nur" cutlets with pomegranate, the Lingonberry, Basil, Picantillo marinades, produced under the Cetrina trademark, cope successfully with the task of flavoring improving..

Keywords: chopped semi-finished products, marinades, recipe development, quality indicators.

Для цитирования

Клычкова М.В., Кичко Ю.С., Романко М.Д., Мирошникова Е.П. Разработка новых видов рубленых полуфабрикатов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 70–75. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-70-75

For citation

Klychkova M.V., Kichko Yu.S., Romanko M.D., Miroshnikova E.P. New types of chopped semi-finished products development. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 70–75. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-70-75

Введение

Мясные полуфабрикаты представлены в большом ассортименте, который можно объединить в две группы: натуральные (кусковые, порционные и мелкокусковые) и рубленые полуфабрикаты (с начинкой и без). Но в кафе и ресторанах есть потребность расширения ассортимента полуфабрикатов с оригинальным вкусом и более продолжительным сроком хранения [1].

На фоне этого возникла необходимость разработать новые рецептуры и технологии, позволяющие вырабатывать рубленые полуфабрикаты с относительно низкой себестоимостью.

В кулинарной практике для размягчения мяса используются различные посолочные смеси, маринады, кислотосодержащие продукты, приправы и пряности. К ним можно отнести пиво, красное вино, лимонный сок, маринад (лавровый лист, соль, перец черный горошком, репчатый лук, лимонный сок или уксус). Помимо размягчения маринад придает мясу аромат и может устранить или ослабить нежелательный запах, что достигается добавлением различных специй и приправ [4].

Одной из важных проблем при приготовлении мясных маринованных изделий является получение продукта с высокими органолептическими показателями: сочного, ароматного, пористого. Эти показатели находятся в прямой зависимости от влагоудерживающей способности исходного маринованного мясного полуфабриката.

Маринад – это смесь специй, соли и кислоты на жидкой основе или в сухом виде. Основными компонентами маринада, влияющими на технологические характеристики, органолептические свойства и выход продукции являются соль и кислота. Эти компоненты придают продукту специфические органолептические и технологические свойства. Кроме того, компоненты входящие в состав маринадов (кислота, соль), способствуют размягчению жестких волокон мяса. Маринованные полуфабрикаты отличаются от обычных натуральных не только своим внешним видом, но и вкусовыми свойствами. Маринованные полуфабрикаты имеют длительный срок хранения и высокий выход при термообработке [2, 3, 11].

Материалы и методы

Исследования были проведены в испытательном центре ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», на кафедре биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета, а также на базе ООО «АВИА» ресторан «Лада».

Объектами исследования являлись рубленые котлеты «Нур» с гранатом и с добавлением маринадов фирмы «Цетрина»: маринад «Брусничный» (образец № 1), маринад с «Базиликом» (образец № 2), маринад «Пикантильо» (образец № 3) и без добавления маринада (образец № 4).

В ходе работы были применены следующие методы исследования:

- органолептические;
- химические;
- микробиологические;
- хранимоспособность.

Для производства рубленых котлет использовано мясо молодых животных. Мясо молодых животных содержит жир с меньшим количеством насыщенных жирных кислот и с большим (почти в 2 раза) количеством полиненасыщенных кислот по сравнению с мясом взрослого скота [5].

В рецептуре всех видов котлет были использованы свежие зерна граната, которые придают котлетам необычный кисло-сладкий вкус. В состав косточек этого фрукта входит 15 аминокислот и большое количество жирных кислот. Гранат богат углеводами, важными витаминами группы В и витамином С, минеральными веществами (кальций, магний, железо) [6, 13].

Преимущества сочетания граната и мяса:

- мясо гораздо лучше усваивается вместе с гранатовым соком, так как в нем присутствует яблочная, цитрусовая кислота;
- кислинка граната дарит мясному блюду особенную пикантность;
- за счет граната подчеркивается аромат и сочность мяса.

Широкий ассортимент маринадов придает полуфабрикатам необычный вкус и цвет. В таблице 1 представлены рецептуры исследуемых образцов котлет «Нур» [7–9].

Остановимся на органолептических исследованиях и изучении хранимоспособности рубленых котлет «Нур» с гранатом как с добавлением маринадов, так и без маринадов.

При проведении органолептических исследований у рубленых котлет с добавлением маринада и котлет, приготовленных по классической технологии, в ходе дегустации оценивали внешний вид, консистенцию, вкус и запах. На внешний вид рубленые котлеты должны представлять собой округлую форму, иметь поверхность без разорванных и ломаных краев, быть в панировке. Консистенция в сыром виде вязкопластичная (для охлажденных) и твердая (для замороженных полуфабрикатов); в горячем

виде нежная, сочная, соответствующая консистенции жареных котлет. Цвет фарша светло-розовый, равномерно перемешанный, с видимыми жировыми включениями, что зависит от добавленного маринада и его состава. Запах и вкус в сыром виде должен соответствовать доброкачественному сырью; в жареном – свойственный жареному продукту, без посторонних запахов и привкусов [11, 12].

Таблица 1.

Рецептуры рубленых котлет «Нур» с гранатом

Table 1.

Recipe chopped cutlets Nur pomegranate

Сырье Raw	Количество сырья, % на 100 кг Quantity of raw materials, % per 100 kg			
	Маринад «Брусничный» marinade “Cowberry”	Маринад с «Базиликом» marinade with “Basil”	Маринад «Пикантильо» marinade “Picanteria”	Без маринада without the marinade
Говядина | Beef	50,0	50,0	50,0	50,0
Свинина полужирная Pork fat	28,0	28,0	28,0	28,0
Хлеб | Bread	-	-	-	9,0
Маринад | Marinade	4,0	4,0	4,0	-
Чеснок | Garlic	3,0	3,0	3,0	4,0
Тимьян, розмарин Thyme, rosemary	1,0	1,0	1,0	1,0
Соль | Salt	-	-	-	3,0
Зерна граната Pomegranate seeds	5,0	5,0	5,0	5,0
Растительное масло Vegetable oil	9,0	9,0	9,0	-

Внешний вид определяют при наружном осмотре, обращают внимание на состояние поверхности продукта. Запах определяют в глубине продукта сразу после надреза поверхностного слоя. Консистенцию определяют на разрезе, обращая внимание на крошливость продукта. Визуально проверяют однородность фарша, упругость, сочность. Цвет определяют на разрезе и поверхности продукта [10].

Оценка продукта была проведена по 5-балльной системе по следующим показателям: внешний вид, цвет, запах (аромат), консистенция, вкус, сочность. Оценка «5» – отличного качества, оценка «4» – хорошего, оценка «3» – удовлетворительного, «2» – плохого, «1» – очень плохого качества. По каждому образцу рубленых котлет подсчитывалась общая оценка в баллах.

В дегустации принимали участие преподаватели кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ОГУ и персонал ООО «АВИА» ресторана «Лада».

При определении качества рубленых котлет «Нур» с гранатом по всем опытным образцам как с добавление маринадов, так и в контрольных образцах, разработанных по классической технологии, были проведены лабораторные исследования по хранимоспособности охлажденных полуфабрикатов.

Исследована динамика изменения качества охлажденных полуфабрикатов рубленых котлет «Нур» с гранатом с добавлением маринада и без использования маринада. Рассмотрена динамика протекания органолептических процессов.

Проведена оценка качества при визуальном осмотре на разрезе: изменение внешнего вида, появление постороннего запаха, липкости, ослизнение, изменение цвета.

Исследование опытных образцов охлажденных полуфабрикатов составило 7 сут при t = 0 – 2 °С. Оценивали показатели качества сразу после изготовления и затем каждый день.

Характеристику изменений оценивали по 5-балльной шкале; где 5 – «свежее», 4 – «свежее» с незначительными изменениями, 3 – изменение цвета, 2 – кислый запах, 1 – ослизнение, липкость, изменение окраски полуфабрикатов со всеми видами микробиальной порчи.

Результаты и обсуждение

Оценка органолептических показателей образцов рубленых котлет «Нур» с гранатом представлена в таблице 2.

Органолептические показатели образцов рубленых котлет «Нур» с гранатом с применением маринадов и без маринада соответствуют данному виду продукта и требованию нормативных документов, по которым они были выработаны.

Таблица 2.

Оценка органолептических показателей рубленых котлет «Нур» с гранатом

Table 2.

Evaluation of organoleptic characteristics of the minced cutlets "Nur" with pomegranate

Образец Sample	Оценка продукта по 5-балльной шкале | Product evaluation by 5-point system			
	Внешний вид и цвет Appearance and color	Структура и консистенция Structure and consistency	Запах, вкус и аромат Smell, taste and aroma	Общая оценка, баллы Overall score, points
1	50	46	36	132
2	50	42	46	138
3	50	50	50	150
4	50	46	42	138
Итого: Subtotal	200	184	174	558

У образца № 1 поверхность была ровная без трещин, вкус и запах соответствовал ингредиентам, входящим в рецептуру маринада «Брусничный», и зернам граната, без посторонних привкусов и запаха. Минус этого образца заключался только в том, что на разрезе он имел цвет розоватого оттенка, что немного смутило дегустационную комиссию.

Образец № 2 имел ярко выраженный аромат базилика и немного суховатую консистенцию. Образец № 3 отличался сочной консистенцией, вкус и запах соответствовал ингредиентам, входящим в состав маринада «Пикантильо» (апельсин, лимон). Образец № 4, изготовленный без использования маринада, имел вкус и запах чеснока и трав, входящих в его рецептуру.

Анализируя средний балл, можно сделать вывод, что дегустаторы по органолептическим показателям отдали большее предпочтение образцу № 3 котлета рубленая «Нур» с гранатом и с добавлением маринада «Пикантильо». Данный образец получил самую высокую оценку качества – 150 баллов.

При изучении хранимоспособности рубленых котлет «Нур» с гранатом установлены относительные изменения опытных образцов № 1–3 с добавление маринада и контрольного образца № 4 без использования маринада (таблица 3).

Таблица 3.

Результаты исследования хранимоспособности рубленых котлет «Нур» с гранатом

Table 3.

The results of the study of cranioplasty chopped cutlets Nur pomegranate

Образец Sample	Суточные исследования, балл Daily studies, bal						
	1	2	3	4	5	6	7
1	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0	3,0	3,0
2	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0
3	5,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0
4	5,0	5,0	4,0	4,0	2,0	2,0	2,0

Анализируя данные таблицы 3 можно сказать, что все опытные образцы с добавлением маринада, изменяются на 5-е сут. Следует отметить, что сроки хранения, предусмотренные нормативной документацией для рубленых полуфабрикатов, составляют 2 сут при t = 0–2 °С. Образец № 1 с добавлением маринада «Брусничный» на 1–2-е сут имел розоватый оттенок, так как в нем содержится брусника сушеная и свежие зерна граната, а на 5-е сут цвет на разрезе изменился до темно-серого, без других видимых изменений. У контрольного образца № 4 без использования маринада на 5-е сут оттенок на разрезе изменился от серого цвета до бледно-красного из-за содержания свежих зерен граната, так как в процессе длительного хранения зерна граната начали портиться. В последующие 6–7-е сут уже появился кисловатый запах и началась микробиальная порча.

Изменения образцов № 2 и 3 с добавлением маринадов с «Базиликом» и «Пикантильо» происходили только на 6-е сут. В них появился кислый запах, изменился цвет на разрезе до темного оттенка.

Делая вывод по исследованиям хранимоспособности, следует отметить, что при соблюдении установленного режима изменения по органолептическим показателям в процессе хранения незначительные. Это можно объяснить тем, что в состав маринада входят аскорбиновая и цитрусовая кислоты и другие компоненты, которые способствуют длительному хранению.

Заключение

Важную нишу в расширении ассортимента рубленых полуфабрикатов занимает ароматика. Одним из важнейших составляющих коммерческого успеха продукта является его вкус. Создание ярко выраженного вкуса и оригинального, запоминающегося послевкусия – это основная задача, стоящая перед разработчиками продуктов. Как показали наши исследования, при разработке рубленых котлет «Нур» с гранатом с этой задачей успешно справляются маринады «Брусничный», с «Базиликом»,

«Пикантильо», производимые под торговой маркой «Цетрина». Они основаны на концентрированных ароматизаторах мяса и специях и создают богатый вкус и аромат готового продукта.

Преимуществом разработанных продуктов является увеличение продолжительности хранения, поддержание качественных показателей готового продукта за счет дополнительной обработки мяса многокомпонентными маринадами без снижения пищевой ценности продукта. Социальный эффект полученных результатов заключается в расширении ассортимента мясных полуфабрикатов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Амирханов К.Ж., Асенова Б.К., Нургазезова А.Н., Касымов С.К. и др. Современное состояние и перспективы развития производства мясных продуктов функционального назначения: монография. Алматы, 2013. 126 с.

2 Антипова Л.В., Топлыгина И.Н. Пищевые добавки и ингредиенты для лучшего вкуса // Известия вузов. Пищевая технология. 2010. № 4. С. 66–68.

3 Антипова Л.В., Толпыгина И.Н., Калачев А.А. Технология и оборудование производства колбас и полуфабрикатов; под ред. Л.В. Антипова. СПб.: Гиорд, 2011. 596 с.

4 Балябина С.И., Храмова В.Н., Мгебришвили И.В. Анализ эффективности добавления растительных ингредиентов в мясной продукт // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 2 (42). С. 275–281.

5 ГОСТ Р 5174. Продукты пищевые. Информация для потребителей. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2009.

6 ГОСТ 27573–2013. Плоды граната свежие. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014.

7 ГОСТ 55909–2013. Чеснок свежий. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014.

8 ГОСТ 1129–2013. Масло подсолнечное. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2013.

9 ГОСТ 29050–91. Пряности. Перец черный и белый. Технические условия. М.: Стандар-тинформ, 1992.

10 ГОСТ 9959–2015. Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки. М.: Стандартинформ, 2016.

11 Меренкова С.П., Лукин А.А. Технологическое обоснование применения растительных добавок в рецептуре мясных полуфабрикатов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2016. № 3. Т.4. С. 29–37.

12 Романко М.Д. и др. Мясная терминология: словарь. Оренбург: ОГУ, 2018. 281 с.

13 Романко М.Д. Колбасное производство и полуфабрикаты: методические указания для обучающихся. Оренбург: ОГУ, 2018. 62 с.

14 Stanik R., Lucas P., Langkamp A., Modler N. et al. Influence of heat pretreatment on cross-linking behavior and thermal properties of thermoset semi-finished products with powder resin systems // Composites Theory and Practice. 2017. V. 17. №. 2. P. 114–118.

15 Makhoul S., Yener S., Khomenko I., Capozzi V. et al. Rapid non-invasive quality control of semi-finished products for the food industry by direct injection mass spectrometry headspace analysis: the case of milk powder, whey powder and anhydrous milk fat // Journal of mass spectrometry. 2016. V. 51. № 9. P. 782–791.

REFERENCES

1 Amirkhanov K.Zh., Asenova B.K., Nurgazizov A.N., Kasymov S.K. et al. Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya proizvodstva myasnykh produktov funktsional'nogo naznacheniya [Current state and prospects of development of production of meat products of functional purpose: monograph]. Almaty, 2013. 126 p. (in Russian).

2 Antipova L.V., Toplygina I.N. Food additives and ingredients for better taste. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [News of universities. Food technology]. 2010. no. 4. pp. 66–68. (in Russian).

3 Antipova L.V., Toplygina I.N., Kalachev A.A. Tekhnologiya i oborudovaniye proizvodstva kolbas i polufabrikatov [Technology and equipment for production of sausages and semi-finished products]. St. Petersburg, Giord, 2011. 596 p. (in Russian).

4 Balyabina S.I., Khramova V.N., Mgebrishvili I.V. Analysis of the effectiveness of adding plant ingredients to the meat product. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye* [News of the Nizhnevolzhsky agrofearts complex: science and higher professional education]. 2016. no. 2 (42). pp. 275–281. (in Russian).

5 GOST R 5174. Produkty pishchevyye. Informatsiya dlya potrebiteley. Obshchiye trebovaniya [State Standard 5174. Food products. Information for consumers. General requirements]. Moscow, Standartinform, 2009. (in Russian).

6 GOST 27573–2013. Plody granata svezhiye. Tekhnicheskiye usloviya [State Standard 27573–2013. Fresh pomegranate fruits. Technical conditions]. Moscow, Standartinform, 2014. (in Russian).

7 GOST 55909–2013. Chesnok svezhiy. Tekhnicheskiye usloviya [State Standard 55909–2013. Fresh garlic. Technical conditions]. Moscow, Standartinform, 2014. (in Russian).

8 GOST 1129–2013. Maslo podsolnechnoye. Tekhnicheskiye usloviya [State Standard 1129–2013. Sunflower oil. Technical conditions]. Moscow, Standartinform, 2013. (in Russian).

9 GOST 29050–91. Pryanosti. Perets chernyy i belyy. Tekhnicheskiye usloviya [State Standard 29050–91. Spices. Pepper black and white. Technical conditions]. Moscow, Standartinform, 1992. (in Russian).

10 GOST 9959–2015. Myaso i myasnyye produkty. Obshchiye usloviya provedeniya organolepticheskoy otsenki [State Standard 9959–2015. Meat and meat products. General conditions for organoleptic evaluation]. Moscow, Standartinform, 2016. (in Russian).

11 Merenkova S.P., Lukin A.A. Technological substantiation of the use of herbal supplements in the recipe of meat semi-finished products. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevyye i biotekhnologii* [Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology]. 2016. no. 3. vol. 4. pp. 29–37. (in Russian).

12 Romanko M.D. et al. Myasnaya terminologiya [Meat terminology: dictionary]. Orenburg, OSU, 2018. 281 p. (in Russian).

13 Romanko M.D. Kolbasnoye proizvodstvo i polufabrikaty [Sausage production and semifinished products: guidelines for students]. Orenburg, OSU, 2018. 62 p. (in Russian).

14 Stanik R., Lucas P., Langkamp A., Modler N. et al. Influence of heat pretreatment on cross-linking behavior and thermal properties of thermoset semi-finished products with powder resin systems. Composites Theory and Practice. 2017. vol. 17. no. 2. pp. 114–118.

15 Makhoul S., Yener S., Khomenko I., Capozzi V. et al. Rapid non-invasive quality control of semi-finished products for the food industry by direct injection mass spectrometry headspace analysis: the case of milk powder, whey powder and anhydrous milk fat. Journal of mass spectrometry. 2016. vol. 51. no. 9. pp. 782–791.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Марина В. Клычкова к.б.н., доцент, кафедра биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбургский государственный университет, пр. Победы 13, Оренбург, 460018, Россия, maryavg@list.ru

Юлия С. Кичко к.б.н., доцент, кафедра биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбургский государственный университет, пр. Победы 13, Оренбург, 460018, Россия, kichko.80@mail.ru

Михаил Д. Романко ст. преподаватель, кафедра биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбургский государственный университет, пр. Победы 13, Оренбург, 460018, Россия, romanko52@list.ru

Елена П. Мирошникова д.б.н., профессор, кафедра биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбургский государственный университет, пр. Победы 13, Оренбург, 460018, Россия, elenaakva@rambler.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 12.02.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 07.03.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Marina V. Klychkova Cand. Sci. (Biol.), associate professor, biotechnology of animal raw materials and aquaculture department, Orenburg state University, Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460018, Russia, maryavg@list.ru

Yulia S. Kichko Cand. Sci. (Biol.), associate professor, biotechnology of animal raw materials and aquaculture department, Orenburg state University, Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460018, Russia, kichko.80@mail.ru

Mihail D. Romanko senior lecturer, biotechnology of animal raw materials and aquaculture department, Orenburg state University, Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460018, Russia, romanko52@list.ru

Elena P. Miroshnikova Dr. Sci. (Biol.), professor, biotechnology of animal raw materials and aquaculture department, Orenburg state University, Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460018, Russia, elenaakva@rambler.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 2.12.2019

ACCEPTED 3.7.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 620.2, 664.5, 663.95

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-76-83

Обоснование анатомо-морфологических критериев идентификации и качества продовольственных товаров растительного происхождения

Аида Я. Тамахина [1] ai-da17032007@yandex.ru

Ирина Ш. Дзахмишева [1] irina_dz@list.ru

[1] Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, пр-т Ленина, 1в, г. Нальчик, 360030, Россия

Аннотация. Интерес к разработке анатомо-морфологических критериев подлинности ряда продовольственных товаров растительного происхождения возрастает в связи с их фальсификацией. Довольно распространённой фальсификацией является подмена листьев лавра благородного (*Laurus nobilis* L.) внешне схожими листьями лавровишни лекарственной (*Laurocerasus officinalis* M. Roem.), полная или частичная замена байхового чая вегетативными органами растений других семейств. Метод микроскопии в сочетании с гистохимическими реакциями на биологически активные вещества может стать перспективным не только для идентификации, но и для оценки качества отдельных пищевых продуктов растительного происхождения. Целью исследования стала разработка анатомо-морфологических критериев идентификации и качества продовольственных товаров растительного происхождения на примере чёрного байхового чая и лаврового листа. Диагностическими признаками, позволяющими идентифицировать и обнаружить фальсификацию лаврового листа листьями лавровишни, являются площадь листа, тип устьичного аппарата, количество и расположение эфирномасличных вместилищ, локализация дубильных веществ, форма и расположение кристаллов оксалата кальция. Критерием квалиметрической идентификации лаврового листа является количество кристаллов оксалата кальция и заполненность вместилищ эфирным маслом. Установлена сильная положительная связь между количеством заполненных эфирномасличных вместилищ и содержанием в листьях эфирного масла. Диагностическим признаком чайного листа является наличие идиобластов. Для идентификации, обнаружения пересортицы, оценки степени зрелости чайного листа и качества чёрного байхового чая целесообразно использовать количество идиобластов, волосков и друз кристаллов оксалата кальция на единицу площади, значение которых связано с содержанием водорастворимых экстрактивных веществ и танина.

Ключевые слова: лавровый лист, лавровишня, байховый чай, идентификация, фальсификация, качество, анатомо-морфологические критерии

Justification of anatomical- and morphological criteria for the plant origin food products identification and quality

Aida Ya. Tamakhina [1] ai-da17032007@yandex.ru

Irina Sh. Dzakhmisheva [1] irina_dz@list.ru

[1] Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Lenin Av., 1v, Nalchik, 360030, Russia

Abstract. Interest in the development of anatomical and morphological authenticity criteria of a number of food products of plant origin is growing due to their falsification. A fairly common falsification is the substitution of laurel noble leaves (Laurus nobilis L.) with similarly alike leaves of medicinal laurel cherries (Laurocerasus officinalis M. Roem.), full or partial replacement of long leaf tea with vegetative organs of other families plants. The microscopy method in combination with histochemical reactions to biologically active substances can become promising not only for identification, but also for assessing the quality of individual food products of plant origin. The aim of the study was to develop anatomical and morphological criteria for the identification and quality of food products of plant origin on the example of black long leaf tea and laurel leaf. Diagnostic features allowing identification and detection of laurel leaf falsification by cherryl leaves are leaf area, stomatal apparatus type, number and location of essential oil containers, tannins localization, calcium oxalate crystals shape and location. The criterion for qualimetric identification of laurel leaf is the number of calcium oxalate crystals and the filling of containers with essential oil. A strong positive link between the number of filled essential oil containers and the content of essential oil in the leaves were established. A diagnostic feature of tea leaf is the presence of idioblasts. It is advisable to use the number of idioblasts, hairs and drusen of calcium oxalate crystals per unit area to identify, detect outgrowing, assess the degree of maturity of the tea leaf and the quality of black tea, the value of which is associated with the content of water-soluble extractive substances and tannin..

Keywords: laurel leaf, cherry laurel, long leaf black tea, identification, falsification, quality, anatomical- and morphological criteria

Для цитирования

Тамахина А.Я., Дзахмишева И.Ш. Обоснование анатомо-морфологических критериев идентификации и качества продовольственных товаров растительного происхождения // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 76–83. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-76-83

For citation

Tamahina A.Ya., Dzakhmisheva I.Sh. Justification of anatomical- and morphological criteria for the plant origin food products identification and quality. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 76–83. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-76-83

Введение

Критерии идентификации продовольственных товаров делят на органолептические, физико-химические, микробиологические и анатомо-морфологические [1]. Первые три группы признаков предусмотрены нормативными документами по стандартизации и включены в процедуры идентификации, оценки, экспертизы качества и подтверждения соответствия практически всех продуктов питания. В связи с тем что при проведении идентификационной экспертизы с целью обнаружения фальсификации товаров органолептические показатели трактуются зачастую субъективно, а физико-химические методы анализа являются трудоёмкими и дорогостоящими, анатомо-морфологические показатели, разработанные дифференцированно для каждого вида пищевых продуктов, могут стать наиболее доступными и объективными критериями диагностики подлинности и качества.

Анатомо-морфологические показатели используют для идентификации товаров, технологическая обработка которых не приводит к изменению первичных природных признаков. Эти показатели характеризуют видовые и сортовые особенности продукции (помологические сорта плодов и овощей, вид и сорт крахмала и др.). Анатомо-морфологические показатели являются наиболее объективными и надёжными, так как не поддаются фальсификации.

В настоящее время методические приёмы изучения макро- и микроскопических диагностических характеристик разработаны и широко применяются в рамках фармакогностического анализа лекарственного растительного сырья, отдельные виды которого (пряно-ароматические растения) применяются в пищевой промышленности. В этой связи следует отметить научные работы последних лет по выявлению анатомо-диагностических признаков коры коричников цейлонского и китайского (наличие/отсутствие пробки, диаметр крахмальных зёрен и лубяных волокон) [2], корневищ куркумы длинной (толстостенные извилистые клетки с окрашенным содержимым, проводящие пучки с пигментными клетками и механической обкладкой, сосуды лестнично-сетчатого типа в паренхиме) [3], бутонов гвоздичного дерева (форма клеток эпидермиса, друзы оксалата кальция в мезофилле, крупные схизогенные вместилища овальной формы между изодиаметрическими клетками паренхимы, тетраэдрическая форма пыльцы, выпуклые устьица аномоцитного типа на верхнем эпидермисе чашелистика, толстая кутикула эпидермиса цветоножки) [4], плодов кардамона (толстостенные клетки многоугольной формы, образующие розетку в месте прикрепления волоска, устьичный комплекс парацитного типа у основания коробочки плода, наличие в мезокарпии овальных клеток, заполненных мелким кристаллическим песком оксалата кальция) [5].

Интерес к разработке микроскопических критериев подлинности возрастает в связи с фальсификацией ряда продовольственных товаров растительного происхождения. Так, довольно распространённой фальсификацией является подмена листьев лавра благородного (*Laurus nobilis* L.) внешне схожими листьями лавровишни лекарственной (*Laurocerasus officinalis* M. Roem.), имеющими значительные различия в химическом составе. Листья лавровишни характеризуются высоким содержанием таннидов (до 10%), низким – эфирного масла (до 0,5%), наличием витамина С, стероидов, фенолкарбоновых кислот, катехинов, флавоноидов, проантоцианидинов, жиров, воска, тритерпеноидов, амигдалина, при разложении которого образуется токсичная синильная кислота [6–8].

Лавровый лист отличается значительным содержанием эфирного масла (до 5%), витаминов (А, С, РР, гр. В), фенолкарбоновых кислот, флавоноидов, терпеноидных соединений [9]. Сесквитерпеновые лактоны, выделенные из листьев *Laurus nobilis*, обладают антибактериальной, противогрибковой, антидиабетической, противоспалительной, гепатозащитной, нейрозащитной и цитотоксической активностью [10–12].

Довольно распространённой фальсификацией является полная или частичная замена байхового чая вегетативными органами растений других семейств. В нормативных документах на чай байховый [13] установлены требования к органолептическим и физико-химическим показателям, среди которых критериями ассортиментной идентификации (полной замены листьев чая) могут служить аромат, вкус, настой, содержание водорастворимых экстрактивных веществ. Однако при квалиметрической фальсификации (частичной замене) более объективные результаты могут быть получены методом подтверждения диагностических анатомо-морфологических признаков, присущих только листьям семейства *Theaceae*.

Важное практическое значение имеет выявление связей между отдельными количественными диагностическими признаками (количество вместилищ, железистых волосков,

специализированных клеток) и содержанием биологически активных веществ, определяющих качество сырья или пищевого продукта в целом. Так, выявлена прямая связь между содержанием эфирного масла в сырье, количеством и размерами эфирномасличных вместилищ [14]. Поэтому метод микроскопии в сочетании с гистохимическими реакциями на биологически активные вещества может стать перспективным не только для идентификации, но и для оценки качества пищевых продуктов растительного происхождения.

Цель исследования – разработка анатомо-морфологических критериев идентификации и качества продовольственных товаров растительного происхождения на примере лаврового листа и чёрного байхового чая.

Материалы и методы

Объектами исследования стали листья лавра благородного (*Laurus nobilis L.*) торговых марок «Волшебное дерево» и «Специаромат») и лавровишни лекарственной (*Laurocerasus officinalis* M. Roem.), произрастающей в Нальчике; чёрный байховый чай (*Folia Theae*) торговых марок «Azerçay» (сорт «Букет»), Greenfield Golden Ceylon (сорт «Букет»), Riston Premium English Tea (высший сорт), Akbar Фиолетовый Александрит (сорт OP), Dilmah Ceylon (высший сорт).

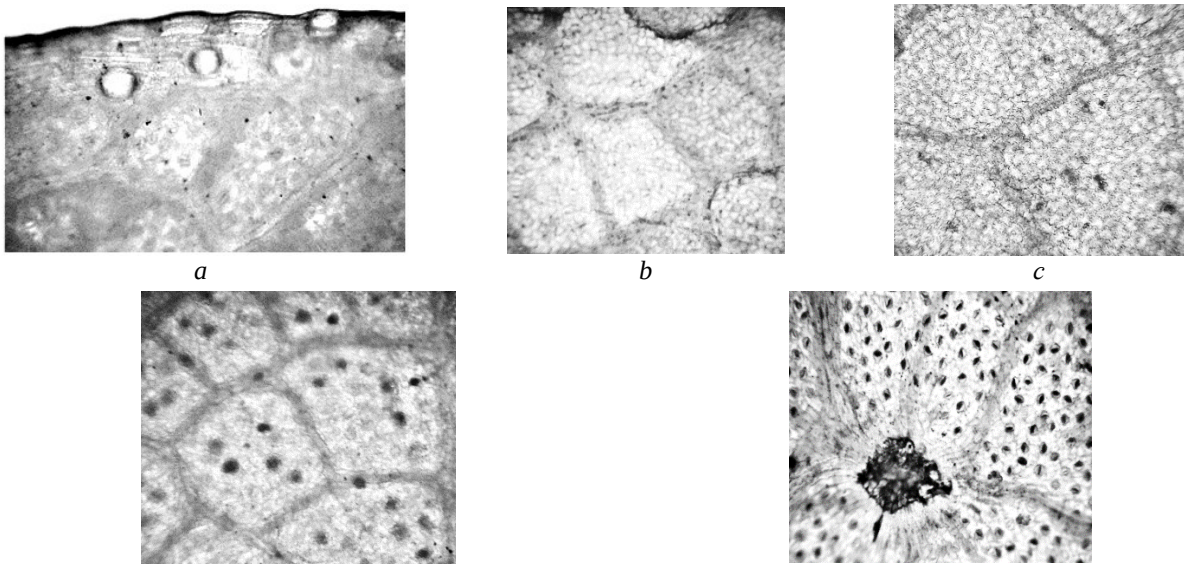
Листья лавра, лавровишни и предварительно разваренные листья чая просветляли хлоралгидратом. Для изучения анатомо-морфологических особенностей листья окрашивали метиленовым синим, просветляли в водно-глицериновой смеси и микроскопировали при увеличении микроскопа 120х. Морфолого-анатомическое изучение листьев лавра и лавровишни включало описание формы листовой пластинки, типа жилкования, формы и количества основных клеток эпидермиса, типа и числа устьиц и эфирномасличных вместилищ, а листьев чая – количество устьиц, идиобластов, волосков и друз кристаллов оксалата кальция на 1 мм^2. Биологическая повторность 10-кратная. Для установления локализации жирных и эфирных масел применяли реакцию окрашивания раствором Судана III. Для дифференцирования эфирных и жирных масел объекты обрабатывали водным раствором метиленового синего. Наличие дубильных веществ устанавливали реакцией с 3%-ным водным раствором хлорного железа (III) [15].

Качество образцов чая оценивали по содержанию водорастворимых экстрактивных веществ экстракционно-весовым методом [16] и танина методом титрования марганцовокислым калием при участии индигокармина в качестве индикатора [17]. Содержание эфирного масла в листьях лавра определяли методом гидродистилляции воздушно-сухих измельчённых листьев в течение 3 ч [18]. Аналитическая повторность 3-кратная. Статистическая обработка экспериментального материала включала определение средней арифметической и ошибки опыта. Уровень варьирования признаков оценивали коэффициентом вариации (CV, %), а силу связи между признаками – коэффициентом корреляции (r).

Результаты и обсуждение

Листья лавра имеют длину 3,2–10,9 см, ширину 2,3–3,4 см. Форма листовой пластинки эллиптическая или ланцетная. Верхушка листа заострённая, основание – узкоклиновидное, жилкование – сетчатое. Край листа широковолнистый, утолщённый и уплотнённый с эфирномасличными вместилищами округлой формы. Эпидермальная ткань с обеих сторон пластинки листа однослойная, покрыта толстой кутикулой. Кутикула нижней стороны листа более тонкая. Форма клеток верхнего эпидермиса изодиаметрическая многогранная, с утолщённой извилистой клеточной стенкой. Эпидермальные клетки абаксиальной поверхности листовой пластины имеют чётковидные утолщения клеточной стенки. На абаксиальной поверхности листа в углублениях вторичных жилок встречаются простые одноклеточные волоски. Листья гипостоматические. Устьица расположены только на абаксиальной поверхности листа, слабо погружены и расположены хаотично. Устьичный аппарат аномоцитный с 4–5 околоустьичными клетками (рисунок 1).

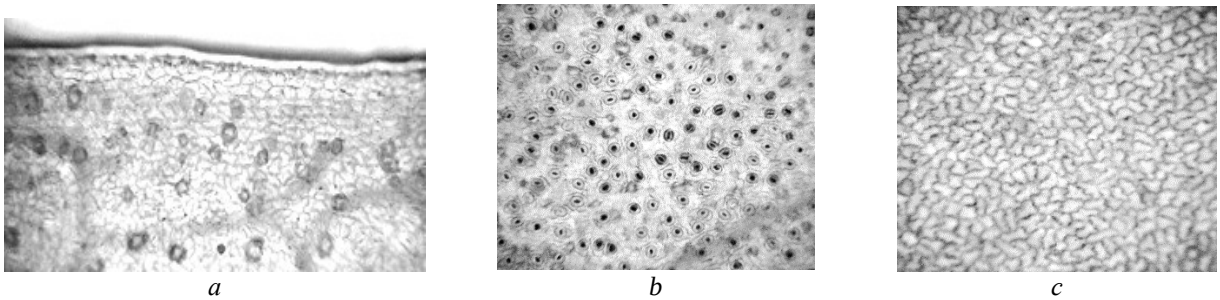
Листья лавровишни более крупные (длина 7,2–17,8 см, ширина 3,4–6,2 см), продолговатые, эллиптические, жилкование – сетчатое. Центральная жилка довольно толстая, светлая. Листья гипостоматические с ровным утолщённым краем. Устьичный аппарат анизоцитного типа (замыкающие клетки устьица окружены тремя околоустьичными клетками). Устьица слабо погружены и расположены хаотично. Основные эпидермальные клетки более крупные по сравнению с лавром, многоугольной формы с утолщённой извилистой клеточной стенкой (рисунок 2).



a *b* *c* *d* *e*

Рисунок 1. Анатомо-морфологические признаки листьев лавра благородного: *a* – край листа с округлыми эфирномасличными вместилищами; *b* – основные эпидермальные клетки адаксиальной поверхности листовой пластинки; *c* – основные эпидермальные клетки абаксиальной поверхности листовой пластинки; *d* – эфирномасличные вместилища; *e* – устьица

Figure 1. Anatomical and morphological signs of laurel leaves: *a* – the edge of the leaf with rounded essential oil receptacle; *b* – the main epidermal cells of the adaxial surface of the leaf plate; *c* – the main epidermal cells of the abaxial surface of the leaf plate; *d* – essential oil receptacles; *e* – stomata



a *b* *c*

Рисунок 2. Анатомо-морфологические признаки листьев лавровишни лекарственной: *a* – край листа; *b* – устьица; *c* – основные эпидермальные клетки адаксиальной поверхности листовой пластины

Figure 2. Anatomical and morphological signs of laurel leaf leaves: *a* – the edge of the leaf; *b* – stomata; *c* – the main epidermal cells of the adaxial surface of the leaf plate

Среднее количество устьиц на листовой пластине лавра и лавровишни составляет соответственно 306 и 280 шт/мм^2. Количество основных клеток эпидермиса на адаксиальной поверхности листовой пластины лавра в 1,8, лавровишни – в 1,3 раза больше, чем на абаксиальной (таблица 1).

Таблица 1.

Морфометрические показатели листьев *Laurus nobilis* и *Laurocerasus officinalis*

Table 1.

Morphometric indicators of the leaves *Laurus nobilis* and *Laurocerasus officinalis*

Образцы Samples	Площадь поверхности листа, см^2 Leaf surface area, cm^2	Количество устьиц, шт/мм^2 Quantity of stomata, pcs/mm^2	Количество основных эпидермальных клеток, шт/мм^2 The number of major epidermal cells, ppc/mm^2		Количество заполненных эфирномасличных вместилищ, шт/мм^2 The number of filled essential oil receptacle, ppc/mm^2
			абаксиальной поверхности листа abaxial surface of the leaf	адаксиальной поверхности листа adaxial surface of the leaf	
Laurus nobilis «Волшебное дерево» | Volshebnoe derevo	17,54 ± 1,47	310 ± 18	2132 ± 23	3944 ± 21	10,3 ± 2,2
Laurus nobilis «Спецаромат» | Specaromat	15,48 ± 1,63	302 ± 16	2095 ± 19	3836 ± 27	4,5 ± 1,5
Laurocerasus officinalis	23,68 ± 1,12	280 ± 14	3446 ± 38	4463 ± 23	–

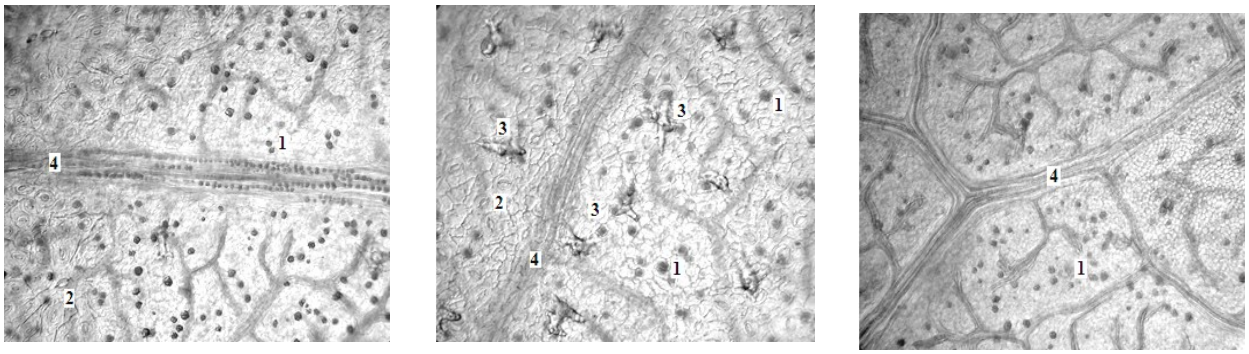
В межжилковых областях лаврового листа торговой марки «Волшебное дерево» насчитывается до 20 вместилищ эфирного масла, расположенных в губчатом мезофилле листа. Вместилища схизолизогенного типа имеют округлую (эфирномасличные), реже – вытянутую форму (эфирное масло и смолы). Эфирное масло обнаружено в обкладочных клетках проводящих пучков и вместилищах по краю листа. В листьях лавра торговой марки «Спецаромат» большая часть вместилищ пустые. В листьях лавровишни эфирное масло диффузно рассеяно в эпидермальной ткани. В основании листа отмечены лизогенные округлые и довольно крупные эфирномасличные вместилища (2–4 шт.). Дубильные вещества в лавровом листе отмечены во вместилищах, а в листе лавровишни – в клетках эпидермиса и обкладочных клетках проводящих пучков. Характерной особенностью листьев лавровишни является отложение кристаллов ромбо- и октаэдрической формы и друз оксалата кальция среди клеток мезофилла по всей листовой пластине, наличие кристаллоносной обкладки вокруг проводящих пучков. В листьях лавра друзы единичны («Волшебное дерево») или полностью заполняют отдельные межжилковые области («Спецаромат»).

Содержание эфирного масла в листьях лавра варьирует от 0,8 («Спецаромат») до 1,2% («Волшебное дерево»). Связь между количеством заполненных эфирномасличных вместилищ и содержанием в листьях эфирного масла сильная положительная (r = 0,92). Следовательно, количество и степень заполненности эфирномасличных вместилищ может применяться в оценочной экспертизе как показатель качества лаврового листа.

Чайный лист имеет пилообразно-зубчатые края. Верхний и нижний эпидермис однослойный. Клетки нижнего эпидермиса крупные, слабоизвилистые. На нижней стороне листа расположены одиночные простые одноклеточные волоски и устьица аномоцитного типа с 3–4 околоустьичными клетками. Устьица крупные, овальные и округлые, с широко раскрытой устьичной щелью. Клетки верхнего эпидермиса мелкие, многоугольные. Эпидермис верхней стороны листа лишён волосков и устьиц (рисунок 3). Между клетками мезофилла расположены ветвистые гигантские клетки – идиобласты, содержащие эфирные масла, танины, антоцианы, флавоноиды, пигменты [19, 20].

Клетки мезофилла содержат звездчатые друзы кристаллов щавелевокислого кальция, число которых характеризуется очень высоким уровнем варьирования (CV=40%). В чайных листьях образца «Azerçay» друзы в клетках мезофилла межжилковых зон более многочисленны и образуют кристаллоносную обкладку вокруг проводящих пучков (таблица 2).

Среднее количество устьиц в листьях чая составляет 212±12 шт/мм^2. Низкий уровень варьирования данного признака (CV = 8–12%) не позволяет считать установленные различия существенными. Наибольшие различия в количестве идиобластов и волосков установлены для образцов «Azerçay» и «Greenfield». Высокий уровень варьирования количества идиобластов (CV = 31–40%) и очень высокий – волосков (CV=40%) свидетельствует о существенных различиях между листьями исследованных образцов.



a *b* *c*

Рисунок 3. Строение *Folia Theae*: *a, b* – нижняя сторона листа; *c* – верхняя сторона листа: 1 – друзы кристаллов оксалата кальция; 2 – устьице; 3 – идиобласты; 4 – главная жилка

Figure 3. The structure of *Folia Theae*: *a, b* – the bottom side of a leaf; *c* – the upper side of a leaf: 1 – druses of calcium oxalate crystals; 2 – stoma; 3 – idioblasts; 4 – main vein

Таблица 2.

Морфометрические параметры и физико-химические показатели качества чайного листа различных торговых марок

Table 2.

Morphometric parameters and physicochemical indicators of the quality of tea leaves of various trade marks

Торговая марка Trade mark	Количество, шт/мм^2 | Quantity, pcs/mm^2				Содержание, % | Content, %	
	устьиц stomata	идиобластов idioblasts	волосков trichomes	друз кристаллов оксалата кальция druses of calcium oxalate crystals	водорастворимых экстрактивных в-в water soluble extractives	танина tannin
Azerçay	250 ± 15	4 ± 2,6	3 ± 1,5	163 ± 15	32,3	5,1
Greenfield	212 ± 10	20 ± 3,8	10 ± 2,3	88 ± 12	37,8	6,8
Riston	206 ± 11	19 ± 2,4	8 ± 3,1	69 ± 23	35,4	5,9
Akbar	214 ± 13	18 ± 3,6	19 ± 2,3	75 ± 17	37,2	6,5
Dilmah	198 ± 9	15 ± 2,5	7 ± 1,8	84 ± 22	36,1	6,2
CV, %	9,3	43,0	63,2	41,0	6,0	1,1

Кристаллы оксалата кальция откладываются в большом количестве в клетках мезофилла и в обкладке проводящих пучков старых листьев. Молодые листья чайного растения характеризуются большим количеством волосков [21]. Поэтому можно утверждать, что при производстве исследуемого образца чая торговой марки «Azerçay» были использованы зрелые листья, что является недопустимым для чая сорта «Букет» и доказывает факт пересортицы.

Содержание водорастворимых экстрактивных веществ во всех образцах чая превышало 32% (минимальный уровень по ГОСТ 32573–2013). При этом сорту «Букет» соответствовали 4 образца с массовой долей водорастворимых экстрактивных веществ более 35% в пересчёте на сухое вещество. Среднее содержание танина в образцах чая составило 6,1%. В образце «Azerçay» содержание танина в 1,3 раза меньше максимального значения, установленного в образцах торговых марок «Greenfield» и «Riston». Результаты физико-химических исследований подтвердили факт пересортицы краснодарского чая, в котором содержание водорастворимых экстрактивных веществ было на 2,7% ниже минимального значения для сорта «Букет». Морфометрические параметры исследованных образцов чайных листьев тесно связаны с показателями качества чая, в частности, с содержанием водорастворимых экстрактивных веществ и танина. Установлена высокая степень взаимосвязи между числом идиобластов и волосков на 1 мм^2, содержанием водорастворимых экстрактивных веществ (r = 0,72–0,91) и танина (r = 0,69–0,87). Зависимость между количеством друз кристаллов оксалата кальция в мезофилле листа и содержанием в настое водорастворимых экстрактивных веществ и танина обратно пропорциональная, связь сильная (r = –0,95…–0,97).

Заключение

Диагностическими признаками, позволяющими идентифицировать и обнаружить фальсификацию лаврового листа листьями лавровишни, являются площадь листа, тип устьичного аппарата, количество и расположение эфирномасличных вместилищ, локализация дубильных веществ, форма и расположение кристаллов оксалата кальция. Критерием квалиметрической идентификации лаврового листа является количество кристаллов оксалата кальция и заполненность вместилищ эфирным маслом. Установлена сильная положительная связь между количеством заполненных эфирномасличных вместилищ и содержанием в листьях эфирного масла. Диагностическим признаком чайного листа является наличие идиобластов. Для идентификации, обнаружения пересортицы, оценки степени зрелости чайного листа и качества чёрного байхового чая целесообразно использовать количество идиобластов, волосков и друз кристаллов оксалата кальция на единицу площади, значения которых связаны с содержанием водорастворимых экстрактивных веществ и танина.

ЛИТЕРАТУРА

1 Николаева М.А., Положишникова М.А. Идентификация и обнаружение фальсификации продовольственных товаров. М.: Форум, Инфра-М, 2009. 464 с.

2 Ненелева Е.В., Евдокимова О.В. Сравнительное морфолого-анатомическое исследование коры коричника цейлонского и коры коричника китайского // Актуальные проблемы медицины в России и за рубежом: сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Выпуск 3. Новосибирск: Инновационный центр развития образования и науки, 2016. С. 262–265.

3 Борисов М.Ю., Куркин В.А., Авдеева Е.В., Сазонова О.В. Морфолого-анатомическое исследование корневищ куркумы длинной // Фундаментальные исследования. 2014. № 8–5. С. 1114–1117.

4 Тарраб И.А., Евдокимова О.В. Морфолого-анатомическое изучение бутонов гвоздики // Традиционная медицина. 2012. № 5. С. 308–311.

5 Евдокимова О.В., Тарраб И.А. Морфолого-анатомическое изучение плодов кардамона // Традиционная медицина. 2012. № 5. С. 231–234.

6 Halilova H., Ercisli S. Several Physico-Chemical Characteristics of Cherry Laurel (*Laurocerasos officinalis Roem.*) // Fruits – Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2010. № 3. P. 1970–1973.

7 Sendker J., Ellendorff T., Hölzenbein A. Occurrence of Benzoic Acid Esters as Putative Catabolites of Prunasin in Senescent Leaves of *Prunus laurocerasus* // Journal of Natural Products. 2016. № 79 (7). P. 1724–1729.

8 Sukru H. Composition of the essential oil of *Laurocerasus officinalis* from Turkey // Agricultural Science Research Journal. 2015. № 5 (12). P. 215–217.

9 Муравьева Д.А. Тропические и субтропические лекарственные растения. М.: Медицина, 1983. 336 с.

10 Fukuyama N., Ino Ch., Suzuki Y. et al. Antimicrobial sesquiterpenoids from *Laurus nobilis* L. // Natural Product Research. 2011. V. 25. № 14. P. 1295–1303.

11 Lim S., Lee S.-J., Nam K.-W. et al. Hepatoprotective effects of reynosin against thioacetamideinduced apoptosis in primary hepatocytes and mouse liver // Arch. Pharm. Res. 2013. V. 36. № 4. P. 485–494.

12 Patrakar R., Mansuriya M., Patil P. Phytochemical and Pharmacological Review on *Laurus nobilis* // International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences. 2012. V. 1. № 2. P. 595–602.

13 ГОСТ 32573–2013. Чай чёрный. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 6 с.

14 Сидоров И.И., Турышева Н.А., Фалеева Л.П., Ясюкевич Е.И. Технология натуральных эфирных масел и синтетических душистых веществ. М.: Лёгкая и пищевая промышленость, 1984. 368 с.

15 ОФС. 1.5.3.0003.15. Техника микроскопического и микрохимического исследования лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов.

16 ГОСТ Р ИСО 9768–2011. Чай. Метод определения водорастворимых экстрактивных веществ. М: Стандартинформ, 2013. 4 с.

17 ГОСТ 19885–74. Чай. Методы определения содержания танина и кофеина. М.: Стандартинформ, 2009. 6 с.

18 ОФС.1.5.3.0010.15. Определение содержания эфирного масла в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах.

19 Рощина В.В., Рощина В.Д. Выделительная функция высших растений: монография. LAP Lambert Academic Publishing, 2012. 476 с.

20 Тамахина А.Я. Анатомо-морфологические критерии идентификации чёрного листового чая // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2016. № 4 (14). С. 42–47.

21 Симаков А.Н., Симакова И.В. Разработка критериев идентификации серебряного чая по анатомо-морфологическим и органолептическим характеристикам // Аграрный научный журнал. 2015. № 12. С. 50–53.

REFERENCES

1 Nikolaeva M.A., Polozhishnikova M.A. Identifikatsiya i obnaruzheniye fal'sifikatsii prodovol'stvennykh tovarov [Identification and detection of falsification of food products]. Moscow, Forum, Infra-M, 2009. 464 p. (in Russian).

2 Neneleva E.V., Evdokimova O.V. Comparative morphological-anatomical study of Ceylon Cinnamon bark and Chinese Cinnamon bark. *Aktual'nyye problemy meditsiny v Rossii i za rubezhom* [Actual problems of medicine in Russia and abroad: collection of scientific papers on the results of the international scientific-practical conference. Issue 3]. Novosibirsk, Innovation Center for the Development of Education and Science, 2016. pp. 262–265. (in Russian).

3 Borisov M.Yu., Kurkin V.A., Avdeeva E.V., Sazonova O.V. Morphological and anatomical study of rhizomes of turmeric. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental research]. 2014. no. 8–5. pp. 1114–1117. (in Russian).

4 Tarrab I.A., Evdokimova O.V. Morphological and anatomical study of the buds of carnations. *Traditsionnaya meditsina* [Traditional medicine]. 2012. no 5. pp. 308–311. (in Russian).

5 Evdokimova O.V., Tarrab I.A. Morphological-anatomical study of the fruits of cardamom. *Traditsionnaya meditsina* [Traditional medicine]. 2012. no. 5. pp. 231–234. (in Russian).

6 Halilova H., Ercisli S. Several Physico-Chemical Characteristics of Cherry Laurel (*Laurocerasos officinalis Roem.*). Fruits – Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2010. no. 3. pp. 1970–1973.

7 Sendker J., Ellendorff T., Hölzenbein A. Occurrence of Benzoic Acid Esters as Putative Catabolites of Prunasin in Senescent Leaves of Prunus laurocerasus. Journal of Natural Products. 2016. no. 79 (7). pp. 1724–1729.

8 Sukru H. Composition of the essential oil of *Laurocerasus officinalis* from Turkey. Agricultural Science Research Journal. 2015. no. 5 (12). pp. 215–217.

9 Muraveva D.A. Tropicheskiye i subtropicheskiye lekarstvennyye rasteniya [Tropical and subtropical medicinal plants]. Moscow, Meditsina, 1983. 336 p. (in Russian).

10 Fukuyama N., Ino Ch., Suzuki Y. et al. Antimicrobial sesquiterpenoids from *Laurus nobilis* L. Natural Product Research. 2011. vol. 25. no. 14. pp. 1295–1303.

11 Lim S., Lee S.-J., Nam K.-W. et al. Hepatoprotective effects of reynosin against thioacetamideinduced apoptosis in primary hepatocytes and mouse liver. Arch. Pharm. Res. 2013. vol. 36. no. 4. pp. 485–494.

12 Patrakar R., Mansuriya M., Patil P. Phytochemical and Pharmacological Review on *Laurus nobilis*. International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences. 2012. vol. 1. no. 2. pp. 595–602.

13 GOST 32573–2013. Chay chornyy. Tekhni-cheskiye usloviya [State Standard 32573–2013. Black tea. Technical conditions]. Moscow, Standardinform, 2014. 6 p. (in Russian).

14 Sidorov I.I., Turysheva N.A., Faleeva L.P., Yasyukevich E.I. Tekhnologiya natural'nykh efirnykh masel i sinteticheskikh dushistykh veshchestv [Technology of natural essential oils and synthetic fragrant substances]. Moscow, Logkaya i pishchevaya promyshlenost', 1984. 368 p. (in Russian).

15 OFS. 1.5.3.0003.15. Tekhnika mikroskopicheskogo i mikrokhimicheskogo issledovaniya lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya i lekarstvennykh rastitel'nykh preparatov [General pharmacopoeial article 1.5.3.0003.15. Technique of microscopic and microchemical research of medicinal plant raw materials and medicinal herbal preparations]. (in Russian).

16 GOST R ISO 9768–2011. Chay. Metod opredeleniya vodorastvorimykh ekstraktivnykh veshchestv [State Standard 9768–2011. Tea. Determination of water extract]. Moscow, Standardinform, 2013. 4 p. (in Russian).

17 GOST 19885–74. Chay. Metody opredeleniya soderzhaniya tanina i kofeina [State Standard 19885–74. Tea. Methods for determining the content of tannin and caffeine]. Moscow, Standartinform, 2009. 6 p. (in Russian).

18 OFS. 1.5.3.0010.15. Opredeleniye soderzhaniya efirnogo masla v lekarstvennom rastitel'nom syr'ye i lekarstvennykh rastitel'nykh preparatakh [General pharmacopoeial article 1.5.3.0010.15. Determination of the content of essential oil in medicinal raw materials and herbal medicinal preparations]. (in Russian).

19 Roshchina V.V., Roshchina V.D. Vydelitel'naya funktsiya vysshikh rasteniy [Excretory function of higher plants: monograph]. LAP Lambert Academic Publishing, 2012. 476 p. (in Russian).

20 Tamakhina A.Ya. Anatomical and morphological criteria for the identification of black leaf tea. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova* [News of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov]. 2016. no. 4 (14). pp. 42–47. (in Russian).

21 Simakov A.N., Simakova I.V. Development of criteria for the identification of silver tea on the anatomical, morphological and organoleptic characteristics. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal]. 2015. no. 12. pp. 50–53. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Аида Я. Тамахина д.с.-х.н., профессор, кафедра товароведения, туризма и права, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, пр-т Ленина, 1в, г. Нальчик, 360030, Россия, ai-da17032007@yandex.ru

Ирина Ш. Дзахмишева д.э.н., профессор, кафедра товароведения, туризма и права, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, пр-т Ленина, 1в, г. Нальчик, 360030, Россия, irina_dz@list.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.02.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.02.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aida Ya. Tamakhina Dr. Sci. (Agr.), professor, commodity, tourism and law department, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Lenin Av., 1v, Nalchik, 360030, Russia, ai-da17032007@yandex.ru

Irina Sh. Dzakhmisheva Dr. Sci. (Econ.), professor, commodity, tourism and law department, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Lenin Av., 1v, Nalchik, 360030, Russia, irina_dz@list.ru

CONTRIBUTION

Authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 2.1.2019

ACCEPTED 2.20.2019

Краткое сообщение/Short message

УДК 664.143

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-84-91

Практическое применение принципа прослеживаемости

Владимир К. Кочетов [1] kond_kub@mail.ru
Наталья В. Агеева [1] n.ageeva@tikkom.com

[1] ОАО Кондитерский комбинат «Кубань», ул. Гибридная, 2, г. Тимашевск, Краснодарский край, Россия

Аннотация. Предложена методика проведения прослеживаемости готовой продукции, регламентирующие действия по отслеживанию продукции, начиная от сырья, используемого для изготовления единичной произвольно выбранной потребительской упаковки продукта, и заканчивая отгрузкой этого продукта в торговую сеть, а также по отслеживанию использования в производстве произвольно выбранного сырья. Система прослеживаемости не гарантирует полного исключения риска поступления на предприятие несоответствующего сырья и материалов, но позволяет проследить и идентифицировать источник несоответствия, при поступлении претензий относительно качества готовой продукции. Если в качестве источника несоответствия выявляется сырье или материалы, то ответственность за нанесенный ущерб, предприятие-изготовитель может предъявить поставщику данного сырья или материалов. Процедура по прослеживаемости, предусматривает проведение тренировочных упражнений не реже одного раза в год, для определения эффективности и работоспособности действующей системы прослеживаемости, а так же выявления и устранения узких мест. Для осуществления контроля и управления стадиями технологического потока на основании имеющейся базы данных были обоснованы критические параметры технологического процесса производства кондитерских изделий, контроль которых позволит получить безопасный продукт с заданными технологическими и потребительскими свойствами. Для осуществления контроля и управления стадиями технологического потока на основании имеющейся базы данных по прослеживаемости были обоснованы критические параметры технологического процесса производства кондитерских изделий, контроль которых позволит получить безопасный продукт с заданными технологическими и потребительскими свойствами. Принятая система исключает возможность реализации продукции несоответствующего качества и позволяет отказаться от установленных контрольных процедур, что способствует повышению эффективности производства.

Ключевые слова: прослеживаемость, безопасность пищевой продукции, сырье, материалы, цепочка поставок, технологический поток

The practic application of traceability principles

Vladimir K. Kochetov [1] kond_kub@mail.ru
Natalia V. Ageeva [1] n.ageeva@tikkom.com

[1] Kuban Confectionery Plant, Hybridnay str., 2, Timashevsk, Krasnodar region, Russia

Abstract. The procedure of traceability of finished product, the regulating actions for tracking of products, beginning from the raw materials used for production of the single-part randomly chosen consumer package of a product and ending with shipment of this product to distributing facilities and also for tracking of processing of randomly chosen raw materials are offered. The traceability system does not guarantee a complete elimination of risk from arrival to the enterprise of improper raw and other materials, but allows tracking and identifying a source of nonconformance, after receiving of problem in quality of finished product. If a source of nonconformance is raw or other materials, then the manufacturer can allocate responsibilities for damage to property to the supplier of these raw or other materials. The procedure of traceability provides carrying out of training exercises at least once a year for determination of efficiency and working capacity of the current system of traceability, and also for identification and elimination of bottlenecks. For monitor and control over the stages of a process flow on the basis of the available database were proved the critical parameters of production process of confectionery, which control will allow to receive a safe product with the set technological and end-user performances. For monitor and control over the stages of a process flow on the basis of the available database on product traceability were proved the critical parameters of production process of confectionery, which control will allow to receive a safe product with the set technological and end-user performances. The accepted system eliminates a possibility of sales of products of nonconforming quality and allows to go back from the established control procedures that promotes the productivity enhancement.

Keywords: traceability, food safety, raw materials, materials, supply chain, process flow

Введение

Современный этап развития технологий пищевых продуктов характеризуется применением все большего количества новых видов сырья, различных функциональных ингредиентов и технологических добавок, композитных упаковочных и контактирующих с продукцией материалов, технологических решений. При этом безопасность пищевой продукции является необходимой характеристикой, которая не возникает сама, а требует управления со стороны организации [1].

Обеспокоенность безопасностью продуктов питания, возможно, никогда еще не была настолько высокой. После множества инцидентов за рубежом, связанных с пищевыми продуктами, и получивших широкий резонанс в прессе и среди потребителей (болезнь «коровьего бешенства» в Великобритании, наличие диоксинов в корме цыплят в Бельгии, обнаружение *Salmonella* и *Listeria*), специалисты стали обращать пристальное внимание на важность такой характеристики как «прослеживаемость», которая характеризует возможность отследить

Для цитирования

Кочетов В.К., Агеева Н.В. Практическое применение принципа прослеживаемости // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 84–91. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-84-91

For citation

Kochetov V.K., Ageeva N.V. The practic application of traceability principles. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 84–91. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-84-91

историю пищевого продукта и/или его ингредиентов. Указанные выше инциденты показали слабость существовавших систем прослеживаемости, не способных убедить потребителей в безопасности пищевых продуктов [2].

Относительно новый термин «прослеживаемость» (traceability) в последнее время за рубежом стал больше чем просто «звучным словом» в производстве пищевых продуктов, он является необходимым элементом этого процесса. Требование прослеживаемости неизменно включается в отраслевые стандарты и другие нормативные документы [3, 6–10].

Обсуждение

В рамках действующей системы менеджмента безопасности пищевой продукции на ОАО «Кондитерский комбинат «Кубань» (далее – комбинат) в качестве предупредительной программы внедрена система прослеживаемости. Требования данной системы распространяются на всю готовую продукцию и ее компоненты, в том числе ингредиенты, продукцию в процессе производства, возвратные продукты, первичные упаковочные материалы, готовые компоненты, добавочные продукты, полуфабрикаты и/или промежуточные продукты, отправляемые на другие объекты для дальнейшей переработки. Система прослеживаемости не гарантирует полного исключения риска поступления на предприятие несоответствующего сырья и материалов, но позволяет проследить и идентифицировать источник несоответствия при поступлении претензий относительно качества готовой продукции. Если в ходе разбирательства в качестве источника несоответствия выявляется сырье или материалы, то ответственность за нанесенный ущерб предприятие-изготовитель может предъявить поставщику данного сырья или материалов. Таким образом, внедрение на предприятии системы прослеживаемости позволяет дисциплинировать поставщиков сырья и материалов, повысить ответственность производственного персонала на каждом этапе технологического процесса и возможность отслеживания продукции на любом участке цепочки поставок.

Прослеживаемость может осуществляться по произвольно выбранной потребительской упаковке готовой продукции. В этом случае все потребительские упаковки с готовой продукцией должны содержать информацию, позволяющую эффективно проследить историю продукта до даты и места производства. Если на одном и том же объекте производство продукции осуществляется несколькими производственными линиями, код или номер соответствующей линии должен быть также указан на упаковке. Данная информация для прослеживаемости должна включать как минимум: указание места производства, код даты срока годности (должен быть указан в понятной для потребителя форме) и номер смены (если применимо). А также может прослеживаться произвольно выбранный ингредиент, входящий в состав готового продукта. В этом случае всем компонентам продукции должны быть присвоены идентификационные коды, позволяющие проследить их историю от партии или поставщика ингредиентов до готовой продукции.

Проведенные на ОАО «Кондитерский комбинат «Кубань» исследования и практический опыт подтвердили целесообразность внедрения системы прослеживаемости с целью повышения эффективности производства, осуществления контроля за всеми стадиями получения конкретного изделия в строгом соответствии с требованиями, содержащимися в международном стандарте ISO 22000:2005 [4, 5]. В соответствии с разработанной и действующей на комбинате процедурой по прослеживаемости предусмотрено проведение тренировочных упражнений не реже одного раза в год по каждому производственному цеху, для определения эффективности и работоспособности действующей системы прослеживаемости, а также выявления и устранения узких мест. На выполнение упражнения по прослеживаемости по общепринятой мировой практике отводится 24 ч.

Упражнение по прослеживаемости истории готового продукта включает в себя основные задания.

1. Выдача задания для выполнения упражнения по прослеживаемости, содержащего следующую информацию: наименование продукта, код продукта, дату изготовления, срок годности.

2. Сбор и предъявление документов по отгрузке прослеживаемого продукта.

3. Предъявление записей для готового продукта:

а) спецификация, рецептуры (формулы) на готовый продукт, журнал контроля условий хранения на складе готовой продукции;

б) номер партии для всех материалов/компонентов, входящих в готовый продукт, включая сырье, ингредиенты, первичную упаковку, возвратные отходы (используемые и полученные в процессе производства прослеживаемого продукта), вспомогательные средства (используемые при производстве продукта в соответствии с рецептурой);

г) при бестарном хранении ингредиентов определение временных рамок использования, рецептурного количества, хранения, потребляемого количества с соответствующими датами;

д) предоставление документов по всем CCP/sPP (формы G) в соответствии с блок-схемой HACCP-плана на прослеживаемый продукт: записи по sPP: металлодетектор, выпечка (контроль влажности готового продукта и температуры, поверка измерительных приборов – термометров не реже 1 раза в 6 месяцев), аллергены (контроль маркировки, сверка информации, указанной на маркировке/потребительской упаковке, утвержденной МАСОР), подготовка воды (обеззараживание воды и устранение физических примесей) – протоколы испытаний воды согласно ППК, контроль остаточного хлора и мутности;

е) информация по процессу – контроль технологических параметров процесса, контроль веса нетто готового продукта, поверка весового хозяйства, записи по чистке линии при сменен сорта, проведение ремонтных работ (если имели место быть)/сдача линии в эксплуатацию, записи по контрольным точкам (защитным устройствам в соответствии с блок-схемой HACCP-плана на прослеживаемый продукт);

Масс-баланс по готовой продукции: количество израсходованного сырья и произведенной из этого количества сырья готовой продукции, включая возвратные отходы и санитарный брак, должны совпасть.

Выполнение упражнения по прослеживаемости сырья включает в себя следующие основные этапы.

1. Выдача задания для выполнения упражнения по прослеживаемости, содержащего следующую информацию: наименование ингредиента, код партии поставщика, внутренний код, присваиваемый производителем, дату поставки.

2. Предъявление записей для прослеживаемого ингредиента:

а) контактная информация поставщика (входит ли в перечень одобренных поставщиков);

б) данные о поставке и сопровождающих документах;

г) количество полученного сырья;

д) прослеживаемость использования всей партии поставщика;

е) при бестарном хранении ингредиентов определение временных рамок использования, рецептурного количества, хранения, потребляемого количества с соответствующими датами;

ж) количество готового продукта с использованием данной партии прослеживаемого ингредиента;

з) информация о получении и использовании возвратных отходов при выпуске готовой продукции с использованием прослеживаемого ингредиента, движения возвратных отходов, куда была отгружена продукция, выпущенная с использованием прослеживаемых возвратных отходов;

и) рецептуры/спецификации.

Масс-баланс по сырью: количество сырья, поступившего на склад, и количество сырья, расходованного на производство готовой продукции с учетом остатков в цехах основного производства и на складах сырья (при наличии таковых), должны совпасть.

Система прослеживаемости эффективна при условии, если ни на одном из представленных этапов прослеживаемость не теряется, а масс-баланс сходится с погрешностью не более ±2,0 %.

Способность получать данные быстро и точно по всей цепи поставки является основой системы прослеживаемости. Для оперативного управления последовательной связью между этапами по всей цепи поставки на комбинате разработана блок-схема (рисунок 1).

Для осуществления контроля и управления стадиями технологического потока на основании имеющейся базы данных были обоснованы критические параметры технологического процесса производства кондитерских изделий, контроль которых позволит получить безопасный продукт с заданными технологическими и потребительскими свойствами.

При производстве кондитерских изделий критичным является качество поступающего сырья, а правильнее сказать его стабильность. На основании накопленных данных и требований нормативной документации по основным сырьевым компонентам, влияющим на формирование структуры готовых кондитерских изделий (на примере мучных кондитерских изделий – мука, сахар, масла растительные, крахмал кукурузный, солодовый экстракт, яичный порошок, сухие молочные продукты и др.), составлены спецификации по качеству, включающие требования, предусмотренные законодательством РФ, а также определены специфические оптимальные показатели, гарантирующие стабильность технологического процесса, качество и безопасность выпускаемой продукции.

Данные спецификации являются неотъемлемой частью договора на поставку того или иного ингредиента и являются обязательными для выполнения обеими сторонами. Практика показала, что получение сырья с заранее заданными качественными показателями определяет стабильность всех последующих операций, возможность упрощения ряда подсистем и отражает взаимосвязь параметров технологического процесса с показателями качества и безопасности готовой продукции. Поэтому первым критическим параметром являются заданные показатели качества поступающего на предприятие сырья.

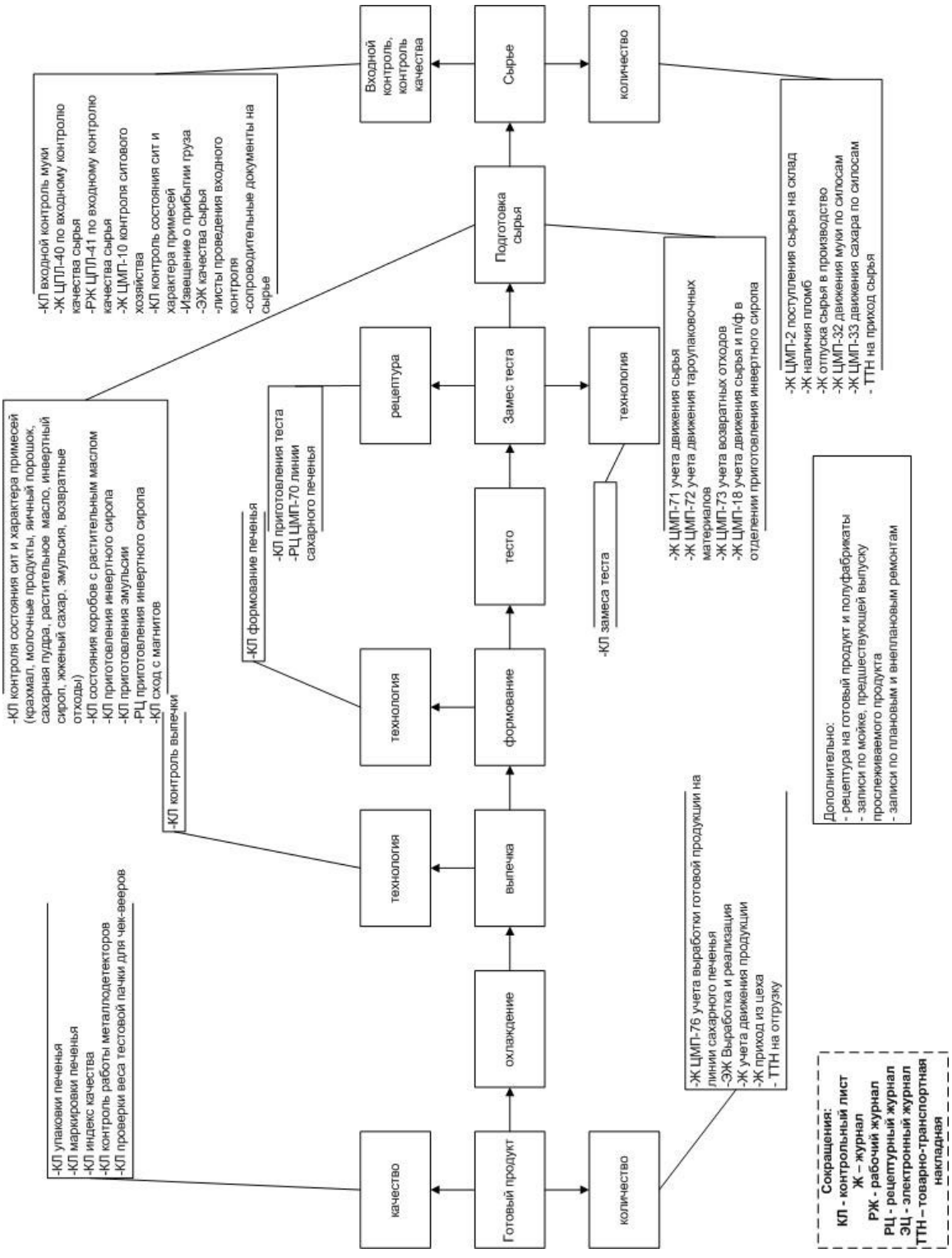


Рисунок 1. Блок-схема системы прослеживаемости сырья и готового продукта на примере производства печенья, принятая на ОАО «Кондитерский комбинат «Кубань» с принципами прослеживаемости

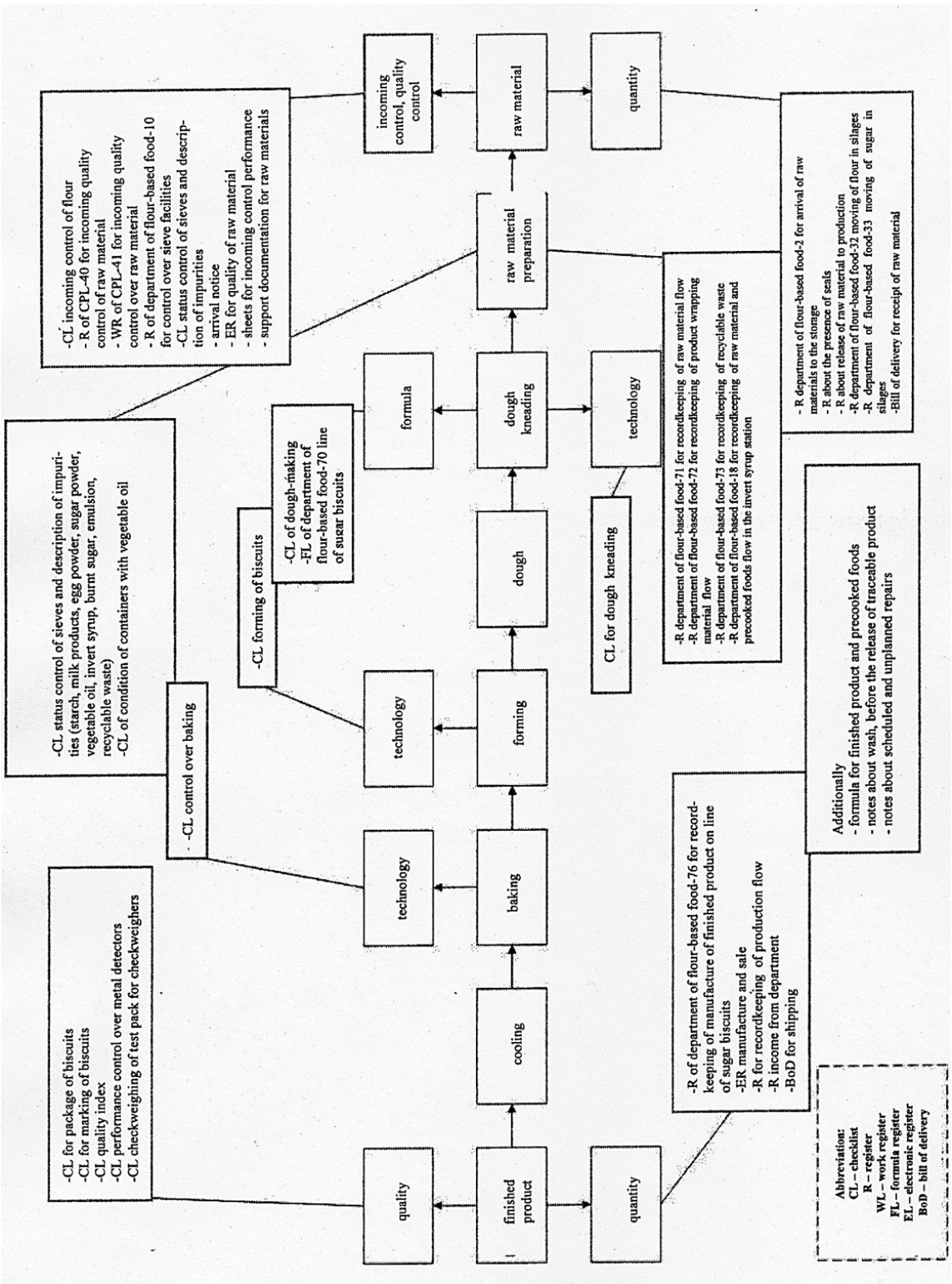


Figure 1. Flowchart of the traceability system of raw materials and Finished product on the Example of the production of Biscuits, adopted JSC "Kuban" confectionery plant with Traceability principles

Следующим критическим параметром определены технологические режимы на каждом из этапов производства продукции и качество готовой продукции, оперативный контроль которых позволяет внести необходимые локальные корректирующие действия на том или ином производственном этапе без остановки последующих операций. Например,

- для процесса приготовления теста установлены следующие контролируемые параметры: соблюдение рецептуры с обязательным указанием информации по прослеживаемости (поставщика сырья, номера партии сырья и даты выработки сырья); для прослеживания возвратных отходов указывается количество, номер партии, дата выработки (получения), дата размола; порядок внесения рецептурных компонентов, продолжительность замеса, влажность теста и его температура;
- для процесса формования – вес тестовых заготовок и качество формования (оттиск рисунка, отсутствие «подошв»);
- для процесса выпечки – температура печи по зонам, продолжительность выпечки, вес готового продукта после выпечки, геометрические размеры продукта после выпечки, влажность готового продукта, органолептические показатели (цвет, вкус, запах);
- для процесса упаковывания готового продукта – вес десяти потребительских упаковок, качество упаковывания (герметичность), качество нанесенной принтером информации, соответствие упаковки производимому ассортименту, для прослеживаемости упаковочного материала – время смены упаковки, номер бобины, поставщик, дата изготовления, номер партии.

Принятая система исключает возможность реализации продукции несоответствующего качества и позволяет отказаться от установленных контрольных процедур, что также способствует повышению эффективности производства.

Последний этап контроля критических параметров в цепи поставок – это история хранения и отгрузки продукции в торговую точку. На данном этапе необходимо предусмотреть действия и регистрацию информации, которые позволят ответить на вопросы «где» находится интересующий нас объект, «когда» и «откуда» он пришел, т. е. определить происхождение объекта. На комбинате «Кубань» на данном этапе контролю подлежат: наименование поступившей на склад готовой продукции, дата поступления, номер качественного удостоверения, подтверждающего, что продукт прошел все необходимые исследования и обработку, по всем показателям соответствует требованиям нормативной документации; код продукта/номер партии; приход на склад (в кг), количество коробов; расход со склада (в кг), количество коробов, номер паллеты, дата отгрузки, номер машины, номер товарно-транспортной накладной, пункт доставки, масса груза.

Внедрение на ОАО «Кондитерский комбинат «Кубань» системы прослеживаемости с 2007 года и постоянное ее совершенствование позволило повысить ответственность персонала на каждом этапе производственного процесса.

Доказательством является защита упражнений по прослеживаемости, выдаваемых международными корпоративными аудиторами, с повышением результативности. Так, в 2012 году у комбината были незначительные замечания по ведению записей, используемых во время защиты упражнения. Уже в 2015 году упражнение по прослеживаемости было защищено без замечаний в рекордно короткий срок за 1,5 ч, что в 4 раза быстрее по сравнению с предыдущими аудитами и гап-анализами системы. В 2018 году получен аналогичный результат по защите упражнения в 2015 году.

Анализ системы прослеживаемости со стороны руководства комбината свидетельствует о сокращении сенситивных претензий (с посторонними попаданиями) из торговой сети: в 2017 году таких претензий не зарегистрировано.

В рамках системы прослеживаемости на ОАО «Кондитерский комбинат «Кубань» создан «банк» контрольных образцов готовой продукции, который формируется из продукции, выпускаемой цехами основного производства, в количестве одной упаковочной единицы с каждого расфасовочно-упаковочного автомата с регистрацией в реестре образцов и используется при расследовании поступающих на предприятие претензий от потребителей. На основании результатов исследования контрольных образцов претензии относительно качества выпускаемой продукции считаются признанными или отклоненными.

В качестве примера можно привести расследования по случаям предъявления из торговой сети претензий относительно качества шоколада, упакованного в «конверт», состоящий из каширированной фольги и художественного бумажного этикета. Претензии состояли в заражении шоколада амбарной огневкой.

При проведении внутренней экспертизы образцов шоколада, отложенных на хранение с теми же датами изготовления и упаковывания, что и претензионных образцов, заражения продукта, находящегося на хранении, не обнаружено. Потребителям на основании результатов расследования были подготовлены ответы на претензии с предъявлением объективных доказательств.

В 2017 году количество забракованного сырья на комбинате уменьшилось в 4,7 раза по сравнению с 2016 годом, что свидетельствует о повышении ответственности поставщиков за качество и безопасность поступающего сырья. Однако в 2017 году имели место инциденты, связанные с несоответствующим качеством поставляемого на комбинат крема кондитерского «вареная сгущенка», используемого при производстве пряников сырцовых с начинкой, повлекшие за собой возврат из торговой сети готового продукта. В адрес поставщика крема кондитерского была оформлена претензия с выставлением материального ущерба, включая выпуск несоответствующих по качеству пряников, их утилизацию и моральный ущерб, обусловленный подрывом имиджа комбината как поставщика качественной продукции. В результате действующий поставщик был внесен в список недобросовестных поставщиков, технологи предприятия подобрали другую термостабильную аналогичную начинку альтернативного поставщика.

Заключение

Прослеживаемость сегодня – абсолютно законное требование, внедрение которого позволяет предприятиям защитить себя от недобросовестных поставщиков, конкурентов и потребителей и, тем самым, повысить конкурентоспособность продукции и экономическую эффективность работы предприятия в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1 Степанова Н.Ю., Марченко В.И., Богатырев А.Н. Методологические аспекты обеспечения продовольственной безопасности // В сборнике: Глобализация и развитие агропромышленного комплекса России. 2014. С. 51–54.

2 Самченко О.Н., Меркучева М.А. Прослеживаемость товаров как инструмент продовольственной безопасности // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. 2016. № 3 (79). С. 101–111.

3 Дэвид С., Карл У., Джаманкулов Н. Система контроля безопасности пищевой продукции в Европейском Союзе и Евразийском экономическом союзе // Торговая политика. 2016. №. 2 (6). С. 41–83.

4 ISO 22000:2005. Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования ко всем организациям в цепи производства и потребления пищевых продуктов.

5 ISO/TS 22002–1:2009. Программы предварительных требований по безопасности пищевой продукции. Часть 1. Производство пищевой продукции.

6 Chen R.Y. An intelligent value stream-based approach to collaboration of food traceability cyber physical system by fog computing // Food Control. 2017. V. 71. P. 124–136.

7 Dzwolak W. Practical aspects of traceability in small food businesses with implemented food safety management systems // Journal of food safety. 2016. V. 36. № 2. P. 203–213.

8 Tian F.A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things // 2017 International Conference on Service Systems and Service Management. IEEE, 2017. P. 1–6.

9 Badia-Melis R., Mishra P., Ruiz-García L. Food traceability: New trends and recent advances. A review // Food control. 2015. V. 57. P. 393–401.

10 Castro-Puyana M. et al. Application of mass spectrometry-based metabolomics approaches for food safety, quality and traceability // TrAC Trends in Analytical Chemistry. 2017. V. 93. P. 102–118.

REFERENCES

1 Stepanova N.Yu., Marchenko V.I., Bogatyrev A.N. Methodological aspects of food security. *Globalizatsiya i razvitiye agropromyshlennogo kompleksa Rossii* [In the collection: Globalization and development of the agro-industrial complex of Russia]. 2014. pp. 51–54. (in Russian).

2 Samchenko O.N., Merkucheva M.A. Traceability of goods as an instrument of food safety. *Izvestiya Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta. Ekonomika i upravleniye* [News of Far Eastern Federal University. Economy and management]. 2016. no. 3 (79). pp. 101–111. (in Russian).

3 David S., Karl U., Dzhamankulov N. System of safety monitorimg of food products in the European Union and the Eurasian Economic Union. *Torgovaya politika* [Trade policy]. 2016. no. 2 (6). pp. 41–83. (in Russian).

4 ISO 22000:2005. Sistemy menedzhmenta bezopasnosti pishchevykh produktov. Trebovaniya ko vsem organizatsiyam v tsepi proizvodstva i potrebleniya pishchevykh produktov [ISO 22000:2005. Food safety management systems. Requirements to all organizations in a chain of production and consumption of food products]. (in Russian).

5 ISO/TS 22002–1:2009. Programmy predvari-tel'nykh trebovaniy po bezopasnosti pishchevoy produktsii. Chast' 1. Proizvodstvo pishchevoy produktsii [ISO/TS 22002–1:2009. Programs of preliminary requirements for food safety. Part 1. Production of food products]. (in Russian).

6 Chen R.Y. An intelligent value stream-based approach to collaboration of food traceability cyber physical system by fog computing. Food Control. 2017. vol. 71. pp. 124–136.

7 Dzwolak W. Practical aspects of traceability in small food businesses with implemented food safety management systems. Journal of food safety. 2016. vol. 36. no. 2. pp. 203–213.

8 Tian F.A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. 2017 International Conference on Service Systems and Service Management. IEEE, 2017. pp. 1–6.

9 Badia-Melis R., Mishra P., Ruiz-García L. Food traceability: New trends and recent advances. A review. Food control. 2015. vol. 57. pp. 393–401.

10 Castro-Puyana M. et al. Application of mass spectrometry-based metabolomics approaches for food safety, quality and traceability. TrAC Trends in Analytical Chemistry. 2017. vol. 93. pp. 102–118.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир К. Кочетов д.т.н., генеральный директор, ОАО Кондитерский комбинат «Кубань», ул. Гибридная, 2, г. Тимашевск, Краснодарский край, Россия, kond_kub@mail.ru

Наталья В. Агеева к.т.н., заместитель генерального директора по качеству и связям с общественностью, ОАО Кондитерский комбинат «Кубань», ул. Гибридная, 2, г. Тимашевск, Краснодарский край, Россия, n.ageeva@tikkom.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.01.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.02.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vladimir K. Kochetov Dr. Sci. (Engin.), general director, Kuban Confectionery Plant, Hybridnay str., 2, Timashevsk, Krasnodar region, Russia, kond_kub@mail.ru

Natalia V. Ageeva Cand. Sci (Engin.), deputy general director for quality and public relations, Kuban Confectionery Plant, Hybridnay str., 2, Timashevsk, Krasnodar region, Russia, n.ageeva@tikkom.com

CONTRIBUTION

Authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.10.2019

ACCEPTED 2.18.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 637

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-92-96

Технология кисломолочного напитка с апельсиновым сиропом

Ольга И. Долматова [1] olgadolmatova@rambler.ru
Инесса С. Пальчикова [1] meatech@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. В настоящее время в молочной отрасли можно отметить комбинирование сырья растительного происхождения с молочной основой. Полученные молочные продукты обладают функциональной направленностью. С каждым новым наполнителем расширяется ассортиментная линейка, что позволяет потребителю выбрать понравившийся продукт. Авторами изучены свойства заквасок, применяемых для кисломолочных продуктов, проведен выбор заквасочной культуры. При разработке способа получения кисломолочного напитка применяли закваску «Наринэ». Выбор заквасочной культуры произвели учитывая более выраженные бактерицидные антибиотические свойства ацидофильной палочки по отношению к некоторым вредным и болезнетворным бактериям по сравнению с другими заквасками. Для расширения ассортимента кисломолочного напитка проведен выбор вкусового компонента. Эксперименты показали, что желтые и оранжевые цвета положительно сказываются на восприятии покупателя, помогают справиться с усталостью и депрессией, они более близки к естественным цветам молочных продуктов, поэтому при производстве кисломолочного напитка использовали наполнитель апельсин в виде сиропа. Массовую долю апельсинового сиропа варьировали от 1 до 7%. Оптимальная дозировка составила 5%, при которой напиток обладал чистым кисломолочным вкусом и запахом апельсина, однородной консистенцией, желтоватым цветом. Подобрана рецептура и разработана технология кисломолочного напитка, которая предполагает внесение апельсинового сиропа в сквашенный продукт. Изучены основные органолептические, физико-химические и микробиологические показатели обогащенного кисломолочного напитка. Установлено соответствие показателей качества кисломолочного напитка требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).

Ключевые слова: технология, кисломолочный напиток, закваска ацидофильная, вкусовой компонент (наполнитель)

Fermented milk drink technology with orange syrup

Olga I. Dolmatova [1] olgadolmatova@rambler.ru
Inessa S. Palchikova [1] meatech@yandex.ru

[1] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Abstract.Nowadays in the dairy industry, the combination of raw materials of plant origin with a dairy base can be noted. Received dairy products have a functional orientation. The product line is expanding with every new filler. This allows the consumers to choose the product they like. The properties of the starter cultures used for fermented milk products were studied by the authors, and the choice of starter culture was carried out. The starter culture "Narine" was used in the development of a method for the fermented milk drink production. The choice of starter culture was made taking into account the more pronounced bactericidal antibiotic properties of acidophilus bacillus in relation to some harmful and pathogenic bacteria compared to other starter cultures. The choice of flavor component was carried out to expand the assortment of fermented milk drink. Experiments showed that yellow and orange colors affect the perception of the buyer positively. They help to cope with fatigue and depression. They are closer to the natural colors of dairy products; therefore, in the production of this fermented milk drink, the orange filler in the form of syrup was used. Mass fraction of orange syrup ranged from 1 to 7%. The optimal dosage was 5%. With the help of it the drink had a clean sour-milk taste and the orange smell, a uniform consistency and a yellowish color. The recipe was selected and the technology of fermented milk drink, which involves the introduction of orange syrup in the fermented product, was developed. The main organoleptic, physico-chemical and microbiological indicators of the fortified fermented milk drink were studied in the work. The compliance of the quality indicators of the fermented milk drink with the requirements of the Technical Regulations of the Customs Union "On the Safety of Milk and Dairy Products" (TR TS 033/2013) was determined.

Keywords:technology, fermented milk drink, acidophilic sterter culture, flavor component (filler)

Введение

Кисломолочные напитки востребованы в настоящее время. Ежедневное их потребление способствует укреплению организма человека, повышению иммунитета, данная группа продуктов хорошо и быстро усваивается.

Сейчас в молочной отрасли можно отметить комбинирование сырья растительного происхождения с молочной основой. При этом его можно разделить на несколько групп: плодово-ягодное и овощное; зерновые и бобовые культуры; дикорастущее. Полученные молочные продукты обладают функциональной направленностью за счет полезных свойств растительного сырья [1–4].

Предложено использование ацидофильной закваски и вкусового компонента в виде апельсинового сиропа при производстве кисломолочного напитка.

Для цитирования

Долматова О.И., Пальчикова И.С. Технология кисломолочного напитка с апельсиновым сиропом //Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 92–96. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-92-96

For citation

Dolmatova O.I., Palchikova I.S. Fermented milk drink technology with orange syrup. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 92–96. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-92-96

Материалы и методы

Объектами исследования являются молоко сырое, молоко обезжиренное, закваска, апельсиновый сироп, кисломолочный напиток.

Оценку качества молочного сырья и готового продукта проводили в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 22935–3–2011; ГОСТ Р 54758–2011; ГОСТ Р 54669–2011; ГОСТ Р ИСО 2446–2011; ГОСТ 5867–90; ГОСТ 32901–2014.

Результаты и обсуждение

Рассмотрим распределение по наименованию продуктов в группе кисломолочных (рисунок 1).

Производство ацидофилина в процентном соотношении сравнимо с простоквашей и варенцом. Поэтому тема научной работы является актуальной. Исследования проводили по следующей схеме (рисунок 2).

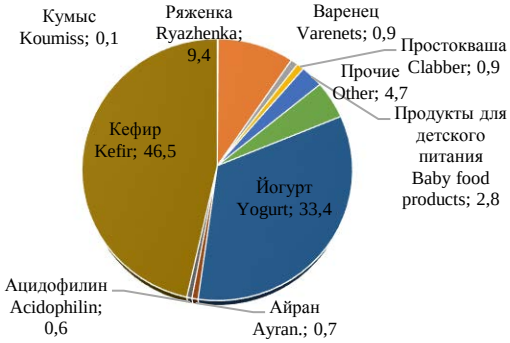


Рисунок 1. Распределение кисломолочных напитков по наименованию продукции

Figure 1. Distribution of fermented milk drinks by product name

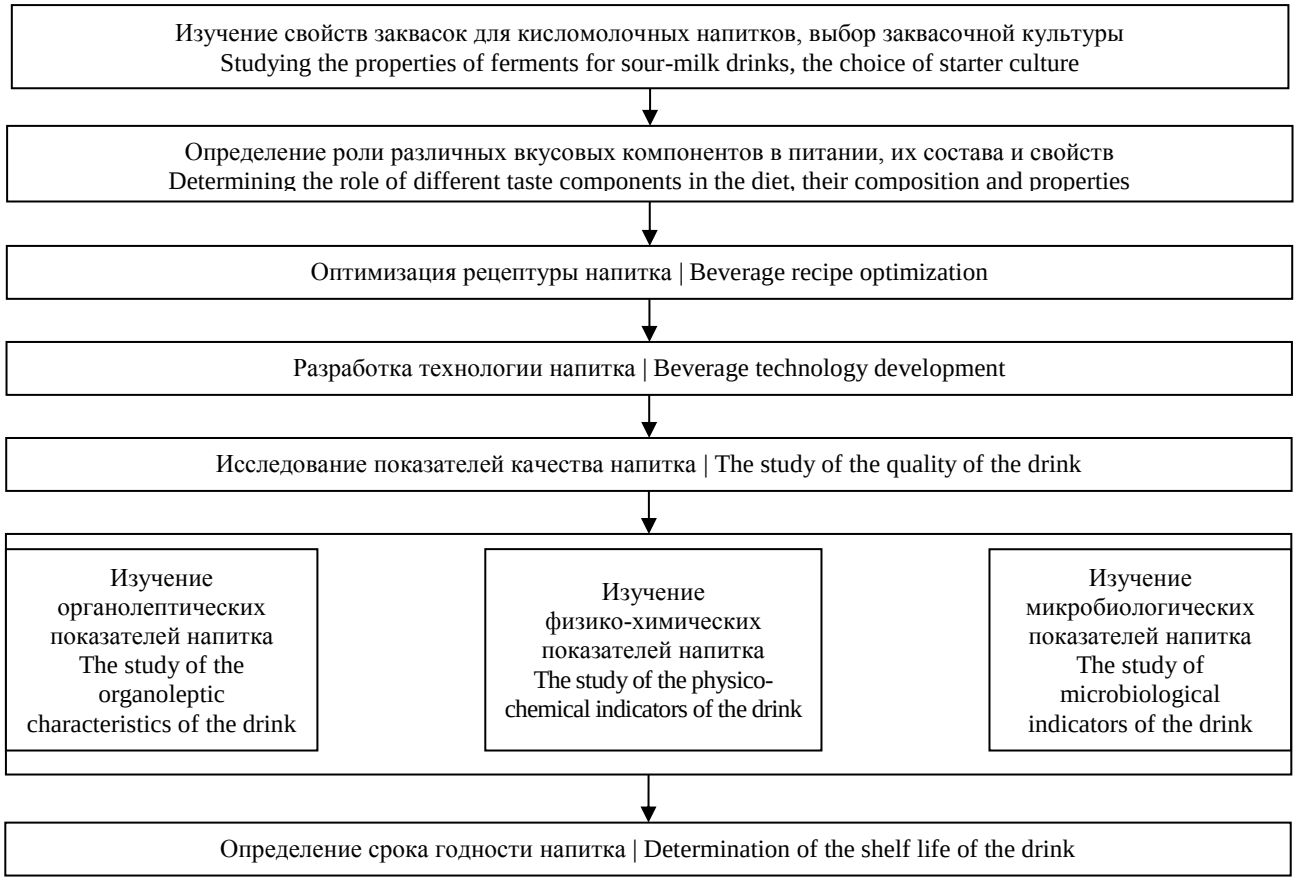


Рисунок 2. Схема исследования

Figure 2. Study design

Качество кисломолочных напитков во многом зависит от применения закваски, которая обеспечивает им специфические органолептические, биохимические и функциональные свойства [5].

При разработке способа получения кисломолочного напитка применяли закваску «Наринэ». Выбор заквасочной культуры произвели, учитывая более выраженные бактерицидные антибиотические свойства ацидофильной палочки по отношению к некоторым вредным и болезнетворным бактериям по сравнению с другими заквасками.

Способ приготовления рабочей закваски заключается в следующем: 0,2 литра обезжиренного молока кипятят в течение 10–15 мин, охлаждают до 39–40 °С, добавляют содержимое

одного пакетика (200 мг), тщательно перемешивают и оставляют на сквашивание. После образования сгустка закваску помещают в холодильник. Хранят при температуре 2–6 ºС не более 7 дней. Перед использованием перемешивают.

Для расширения ассортимента кисломолочного напитка проведен выбор вкусового компонента. Анализ литературных данных показал, что из уже существующих вкусов для молочных напитков более востребованы фруктовые наполнители. Эксперименты показали, что желтые и оранжевые цвета положительно сказываются на восприятии покупателя, помогают справиться с усталостью и депрессией, они более близки к естественным цветам молочных продуктов, поэтому при производстве кисломолочного напитка использовали наполнитель апельсин в виде сиропа. В его состав входят следующие компоненты: сахар, вода питьевая очищенная, концентрированный сок апельсина, глюкозный сироп, регулятор кислотности лимонная кислота, загуститель – пектин, ароматизатор, натуральный краситель кармин [10].

Массовую долю апельсинового сиропа варьировали от 1 до 7%. Оптимальная дозировка составила 5%, при которой напиток обладал чистым кисломолочным вкусом и запахом апельсина, однородной консистенцией, желтоватым цветом.

На основании полученных данных подобрана рецептура и разработана технология кисломолочного напитка, которая предполагает внесение апельсинового сиропа в сквашенный продукт (рисунок 3).

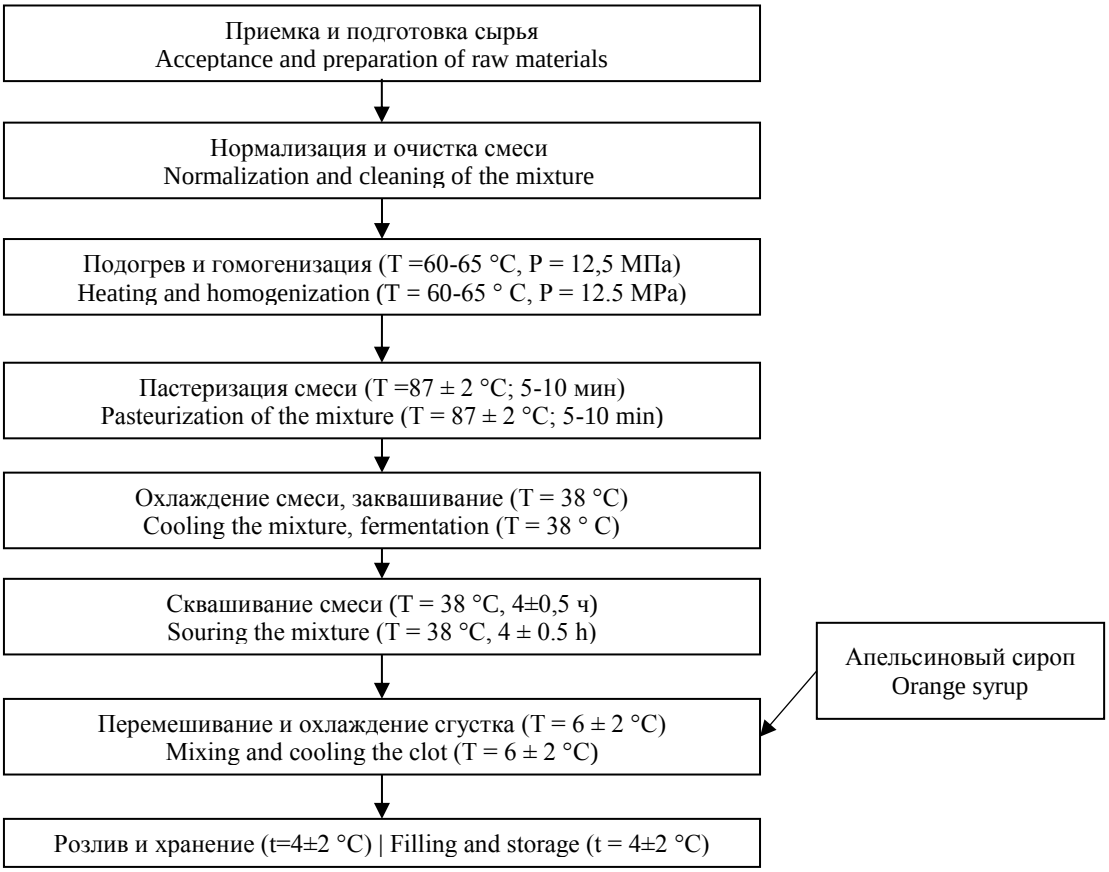


Рисунок 3. Технологическая схема производства кисломолочного напитка

Figure 3. Technological scheme of the production of fermented milk drink

Молоко сырое принимают и оценивают его качество. Нормализованную смесь охлаждают и подают в резервуар для промежуточного хранения с последующей очисткой смеси и гомогенизацией.

Очистка проводится с целью удаления механических примесей. Предварительно подогретая в пастеризационно-охладительной установке до температуры 40–45 °С молочная смесь поступает на очистку в сепаратор-молокоочиститель.

Гомогенизацию проводят при температуре 60–65 °С, давлении 12,5 МПа.

Пастеризация при температуре (87±2) °С с выдержкой 5–10 мин не только уничтожает патогенную микрофлору, но и изменяет физико-химические свойства молока. При тепловой обработке в наибольшей степени изменяются сывороточные белки молока. Денатурированные сывороточные белки при сквашивании молока коагулируют вместе с казеином.

Пастеризованную молочную смесь охлаждают до температуры заквашивания 38 °С и вносят закваску на чистых культурах ацидофильной палочки, приготовленную на обезжиренном молоке, в количестве 3–5% к объему смеси, затем тщательно перемешивают заквашенную смесь в течение 15–20 мин. Смесь сквашивают до образования плотного, вязкого сгустка и достижения кислотности 75 °Т. Продолжительность сквашивания не должна превышать 4±0,5 ч.

Продукт охлаждают в резервуаре путем подачи в рубашку холодной воды при включенной мешалке до 6±2 °С, вносят апельсиновый сироп в количестве 5% и направляют на розлив. Разливают напиток в упаковку по 0,5 л, маркируют и хранят при температуре 0±6 °С. После всех вышеперечисленных операций продукт готов к реализации.

Сквашивание продуктов проходило в течение 4 ч. В качестве контрольного образца исследовали кисломолочный напиток без вкусового компонента. Лабораторные исследования показателей кислотности проводили каждый час. В процессе сквашивания наблюдали повышение показателя титруемой кислотности: в исследуемом напитке кислотность возрастала от 42 до 75 ºТ, в контрольном образце – от 40 до 72 ºТ.

Полученные образцы кисломолочного напитка хранили при температуре 6±2 °С в течение 8 сут для определения срока годности продукта. В свежевыработанных образцах титруемая кислотность составила: в обогащенном кисломолочном напитке – 75 ºТ, в контрольном образце – 72 ºТ. Срок годности определяли путем достижения титруемой кислотности напитков величины 130 ºТ (рисунок 4). Представляет научный интерес изучение изменения активной кислотности напитков при хранении (рисунок 5).

Установлен срок годности кисломолочного напитка с апельсиновым сиропом – 5 сут. Возможно значительное увеличение срока годности напитка за счет использования современных упаковок.

Для кисломолочных напитков очень важен показатель вязкости [6]. Исследования проводили на вибровискозиметре SV-100 при разных температурных режимах. Найдено, что вязкость обогащенного кисломолочного продукта и контрольного образца увеличивается в течение срока хранения и составляет на 5-й день при 6–8 °С 0,043 и 0,017 Па·с соответственно, при 15 °С – 0,034 и 0,0135 Па·с, при 20 °С – 0,03 и 0,011 Па·с.

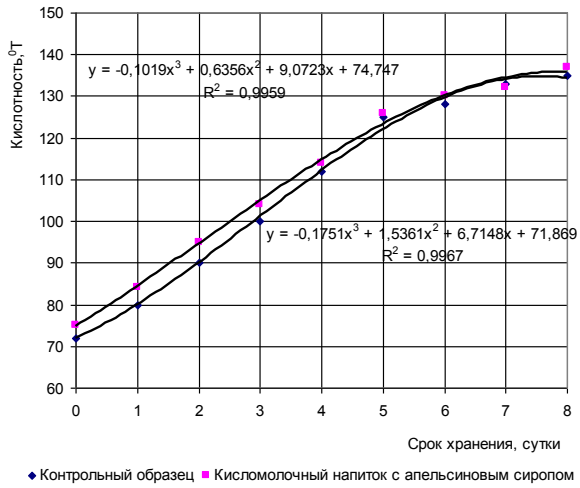


Рисунок 4. Изменение показателя титруемой кислотности в напитках при хранении

Figure 4. The change in titration of acidity in beverages during storage

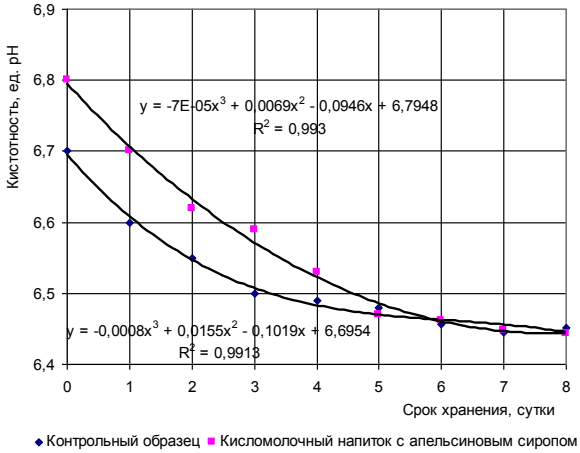


Рисунок 5. Изменение показателя активной кислотности в напитках при хранении

Figure 5. The change in the active Ki-slotnosti in drinks during storage

Определена массовая доля витамина С в напитке [7, 8]. Употребление 100 мл кисломолочного напитка удовлетворяет потребность организма в нем на 17%. Таким образом, апельсиновый сироп позволяет повысить функциональные свойства кисломолочного напитка и обогатить его витаминный состав.

Микроскопические исследования проводили при увеличении образцов в 240 раз. Исследования показали, что структура обоих образцов гомогенна.

Проведен микробиологический анализ напитков [9]. Определение дрожжей и плесеней проводили в свежевыработанных напитках и в конце их срока годности. БГКП в напитках свежевыработанных и в конце срока годности не обнаружены.

Заключение

Изучены свойства заквасок, применяемых для кисломолочных продуктов, проведен выбор заквасочной культуры.

Определена оптимальная дозировка апельсинового сиропа в рецептуре кисломолочного напитка со вкусовыми компонентами.

Подобрана рецептура и разработана технология производства напитка.

Изучены основные органолептические, физико-химические и микробиологические показатели обогащенного кисломолочного напитка.

Установлено соответствие показателей качества напитка требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).

ЛИТЕРАТУРА

1 Shi J. Functional food ingredients and nutraceuticals: processing technologies; second edition. CRC Press, 2015. P. 639–660.

2 Голубева Л.В., Долматова О.И., Бандура В.Ф. Изучение свойств творожного продукта с компонентами растительного происхождения // Вестник ВГУИТ. 2015. № 2 (64). С. 108–111.

3 Мельникова Е.И., Богданова Е.В., Багацкая М.И. Белковая композиция для кисломолочных напитков // Молочная промышленость. 2012. № 10. С. 66.

4 Голубева Л.В., Пожидаева Е.А., Болотова Н.В., Илюшина А.В. Применение растительных компонентов в технологии сухой смеси для производства мягкого мороженого // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2016. Т. 6. № 4 (19). С. 139–148.

5 Горбатова К.К., Гунькова П.И. Химия и физика молока и молочных продуктов. ГИОРД, 2012. 336 с.

6 Голубева Л.В., Долматова О.И., Губанова А.А., Гребенкина А.Г. Изучение процесса синерезиса кисломолочных напитков // Пищевая промышленность. 2015. № 4. С. 42–43.

7 McSweeney H., Fox P.F. Advanced Dairy Chemistry. Springer, 2009. 778 p.

8 Marles R.J. Mineral nutrient composition of vegetables, fruits and declines // Journal of Food Composition and Analysis. 2017. V. 56. P. 93–103.

9 Рябцева С.А. Микробиология молока и молочных продуктов. Лань, 2018. 240 с.

10 Muruganandam L. et al. Optimization studies on extraction of phytocomponents from betel leaves // Resource-Efficient Technologies. 2017. V. 3. №. 4. P. 385-393.

REFERENCES

1 Shi J. Functional food ingredients and nutraceuticals: processing technologies; second edition. CRC Press, 2015. pp. 639–660.

2 Golubeva L.V., Dolmatova O.I., Bandura V.F. Study of the properties of a curd product with components of plant origin. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 2 (64). pp. 108–111. (in Russian).

3 Melnikova E.I., Bogdanova E.V., Bagatskaya M.I. Protein composition for fermented milk drinks. *Molochnaya promyshlenost'* [Dairy industry]. 2012. no. 10. pp. 66. (in Russian).

4 Golubeva L.V., Pozhidaeva E.A., Bolotova N.V., Ilyushin A.V. Application of plant components in the technology of dry mix for the production of soft ice cream. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya* [News of universities. Applied chemistry and biotechnology]. 2016. vol. 6. no. 4 (19). pp. 139–148. (in Russian).

5 Gorbatova K.K., Gunkova P.I. Khimiya i fizika moloka i molochnykh produktov [Chemistry and physics of milk and dairy products]. GIORD, 2012. 336 p. (in Russian).

6 Golubeva L.V., Dolmatova O.I., Gubanova A.A., Grebenkina A.G. Study of the syneresis process of fermented milk drinks. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry]. 2015. no. 4. pp. 42–43. (in Russian).

7 McSweeney H., Fox P.F. Advanced Dairy Chemistry. Springer, 2009. 778 p.

8 Marles R.J. Mineral nutrient composition of vegetables, fruits and declines. Journal of Food Composition and Analysis. 2017. vol. 56. pp. 93–103.

9 Ryabtseva S.A. Mikrobiologiya moloka i molochnykh produktov [Microbiology of milk and dairy products]. Lan', 2018. 240 p. (in Russian).

10 Muruganandam L. et al. Optimization studies on extraction of phytocomponents from betel leaves. Resource-Efficient Technologies. 2017. vol. 3. no. 4. pp. 385-393.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга И. Долматова к.т.н., доцент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, olgadolmatova@rambler.ru

Инесса С. Пальчикова студент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, meatech@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga I. Dolmatova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, animal origin products technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, olgadolmatova@rambler.ru

Inessa S. Palchikova student, animal origin products technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, meatech@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга И. Долматова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Инесса С. Пальчикова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

CONTRIBUTION

Olga I. Dolmatova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Inessa S. Palchikova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.12.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 26.01.2019

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.7.2018

ACCEPTED 1.26.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-97-101

Разработка технологии сырокопченой колбасы «Салями Супер» методом термического воздействия

Юлия С. Кичко [1] kichko.80@mail.ru
Марина В. Клычкова [1] maryavg@list.ru
Михаил Д. Романко [1] romanko52@list.ru

[1] Оренбургский государственный университет, пр-т Победы, 13, г. Оренбург, 460018, Россия

Аннотация. Сырокопченая колбаса всегда была вкусным и дорогим продуктом. Несмотря на множество достоинств этого продукта, имеется, с точки зрения практиков, и весомый недостаток – это сложность производства, высокий риск возможности появления брака, длительность производства. Поэтому проблема ускорения процесса производства с целью сокращения сроков созревания и сушки сырокопченых колбас является актуальной. Технология ускоренного производства включает в себя вопросы цветообразования, структурных изменений, ускорение процессов вкусо- и ароматообразования. Для этих целей используются стартовые культуры, глюконо-дельта-лактон, белковые добавки и другие компоненты. На основании этого возникает необходимость разрабатывать новые технологии, позволяющие производить сырокопченые колбасы с ускоренным процессом созревания, сохранив при этом органолептические показатели продукта и повысить рентабельность производства. В статье представлена разработка рецептуры нового биологически полноценного продукта колбасы сырокопченой «Салями Супер» с минимальным сроком созревания при внесении комплексной пищевой добавки «Альбумикс 4010». Данный продукт изготавливался по новой технологии с применением ускорителей созревания и коррекцией в термической обработке, что позволило снизить срок выработки на 12-16 суток, тем самым повысив рентабельность. В ходе работы было подобрано сырье для производства сырокопченой колбасы, проведены органолептические, физико-химические и микробиологические исследования. При исследовании для торгового сравнения была взята колбаса сырокопченая «Брауншвейгская». Сырокопченая колбаса «Салями Супер» изготовленная с использованием ускорителей созревания в совокупности с коррекцией в термической обработке соответствует всем показателям качества и безопасности, а также снижен срок выработки, тем самым повысив рентабельность.

Ключевые слова: сырокопченая колбаса, термическое воздействие, разработка рецепта, пищевая добавка, показатели качества

Development of technology of raw smoked sausage “Salami Super” by thermal exposure

Julia S. Kichko [1] kichko.80@mail.ru
Marina V. Klychkova [1] maryavg@list.ru
Michael D. Romanko [1] romanko52@list.ru

[1] Orenburg State University, Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460018, Russia

Abstract. Smoked sausage has always been a tasty and expensive product. Despite the many advantages of this product, there is, from the point of view of practitioners, and a significant drawback is the complexity of production, high risk of the possibility of a marriage, the duration of the production. Therefore, the problem of accelerating the production process in order to reduce the time of maturation and drying of smoked sausages is relevant. Technology of speeded production involves issues of Svetovrachane, structural changes, processes of taste and agrometeorologia. For these purposes, a starter culture, glucono-Delta-lactone, protein supplements, and other components. On the basis of this, there is a need to develop new technologies to produce smoked sausages with an accelerated ripening process, while maintaining the organoleptic characteristics of the product and increase the profitability of production. The article presents the development of a new formulation of biologically complete product of sausage smoked “Salami Super” with a minimum maturity when making a complex food additive “Albumix 4010”. This product was manufactured using a new technology with the use of maturation accelerators and correction in heat treatment, which reduced the production time to 12–16 days, thereby increasing profitability. During the work, raw materials for the production of smoked sausage were selected, organoleptic, physico-chemical and microbiological studies were carried out. In the study, a smoked sausage "Braunschweig" was taken for trade comparison. The raw smoked sausage “Salami Super” made with use of accelerators of maturation in total with correction in heat treatment corresponds to all indicators of quality and safety, and also the term of development is reduced, thereby having increased profitability.

Keywords: salami, thermal effects, development of formulations, food additive, quality indicators

Введение

Мясная отрасль находится на ведущих позициях среди отраслей АПК России, а мясо и мясопродукты – одни из главных продуктов в рационе человека. Мясопродукты содержат необходимые человеку питательные вещества – это незаменимый источник полноценного белка, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ, других жизненно важных нутриентов.

С острым запахом, приятным солоноватым вкусом сырокопченая колбаса отличается высоким содержанием белка, повышенным содержанием жира и малым содержанием влаги благодаря чему может долго храниться.

Исследования ученых показали, что продукты, содержащие молочнокислую микрофлору, могут положительно влиять на работу желудочно-кишечного тракта, а также способствуют

Для цитирования

Кичко Ю.С., Клычкова М.В., Романко М.Д. Разработка технологии сырокопченой колбасы «Салями Супер» методом термического воздействия // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 97–101. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-97-101

For citation

Kichko Ju.S., Klychkova M.V., Romanko M.D. Development of technology of raw smoked sausage “Salami Super” by thermal exposure. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 97–101. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-97-101

снижению интоксикации организма. За счет сильного обезвоживания сырокопченые колбасы могут сохранять свое качество долгое время. В этих колбасах влага содержится в количестве 25–40%, и выход готовой продукции составляет от 55 до 80% к массе основного сырья.

По данным Росстата, на долю сырокопченых колбас приходится 10%. Показатели увеличиваются в связи с их высокой пищевой и биологической ценностью.

Но существенным минусом в производстве сырокопченых колбас, является длительный процесс изготовления и, как следствие, высокая стоимость. На фоне этого возникает необходимость разрабатывать новые технологии, позволяющие производить сырокопченые колбасы с ускоренным процессом созревания, сохранив при этом органолептические показатели продукта, и повысить рентабельность производства.

Цель разработки – создание нового продукта с минимальным сроком созревания при внесении комплексной пищевой добавки «Альбумикс 4010».

Актуальность заключается в изучении использования ускорителей созревания в совокупности с коррекцией в термической обработке при производстве сырокопченых колбас. Данный продукт изготавливался по новой технологии с использованием двух температурных режимов (копчение при температуре 40 ºС и относительной влажности воздуха 60%, 15–20 мин; затем повышение температуры до 55 ºС, постепенный нагрев 20 мин; дальнейшее повышение температуры до 60 ºС, нагрев внутри батона 56–58 ºС), что позволило снизить срок выработки на 12–16 сут, тем самым повысив рентабельность. Таким образом, достигается необходимая консистенция, вкус, цвет и запах, что в конечном итоге сказывается на повышении функционально-технологических свойств, пищевой и биологической ценности готового продукта.

Обеспечение ускоренного созревания сырокопченых колбас зависит от применения ускорителей созревания – используемых ингредиентов, сокращающих процесс «созревания» колбасы на 1-2 недели. Для производства сырокопченой колбасы «Салями Супер» был использован ускоритель созревания – функциональная пищевая добавка «Альбумикс 4010». В состав комплексной пищевой добавки входит соединительнотканный белок. Сущность ее использования заключается в ускорении и улучшении процесса созревания мясного фарша. В ее состав входят:

– декстроза;

– регулятор кислотности Е575 (глюконо-дельта-лактон);

– ароматизатор (мясо);

– антиокислители (Е316 (эритробат натрия), Е300 (аскорбиновая кислота)).

ГДЛ (глюконо-дельта-лактон) – это внутренний эфир глюконовой кислоты. При соединении с водой ГДЛ подвергается медленной реакции гидролиза, снова превращаясь в глюконовую кислоту. В процессе данной реакции происходит снижение кислотности (Ph) среды реакции [4].

Глюконо-дельталактон считается добавкой, безопасной для здоровья человека, разрешен для использования в пищевой промышленности в большинстве стран в качестве пищевой добавки с маркировкой «Е575».

При помощи данной добавки в сочетании с коррекцией в термической обработке (нагрева до 50 °С, именно при такой температуре активизируется добавка «Альбумикс 4010») производители имеют возможность изготавливать продукт с заранее заданными свойствами, сократив при этом время на производство. За счет этого разработка считается экономически выгодной.

Преимущества применения комплексной пищевой добавки на основе ГДЛ «Альбумикс 4010».

1. Технологические:

- возможность ускоренного созревания фарша за счет осаждения белка;
- окисление продукта и образование оптимальной консистенции;
- стабилизация консистенции сырокопченых колбас;
- тормозящее влияние ГДЛ на рост «нежелательных» микроорганизмов;
- получение продукта с заданными свойствами на 12–16 сут раньше по сравнению с традиционной технологией.

2. Маркетинговые: улучшение товарного вида готового изделия.

3. Экономические: оптимальное соотношение цена / качество.

4. Снижение себестоимости происходит за счет сокращения времени на производство.

Материалы и методы

Объектом исследования являлась колбаса сырокопченая «Салями Супер», изготовленная с применением комплексной пищевой добавки «Альбумикс 4010» и коррекцией в термической обработке.

В ходе эксперимента было изучено и подобрано сырье для производства сырокопченой колбасы. Составлена рецептура колбасы «Салями Супер», в состав которой вошли 55% окорока свиного, 15% говядины высшего сорта, 30% шпика хребтового, 1,2% Альбумикс 4010, 2,3% соли, 1,4% Миксаром Салями. При исследовании для сравнения была взята колбаса сырокопченая «Брауншвейгская».

Опытный образец был исследован на органолептические, физико-химические и микробиологические показатели.

Органолептические показатели определяются в каждой партии. Результаты контроля вносятся в качественное удостоверение на партию, номер качественного удостоверения указываются в товарно-транспортной накладной.

Внешний вид определяют путем внешнего осмотра образцов, при оценке запаха определяют на поверхности и в глубине продукта.

При проведении физико-химических исследований учитывались следующие показатели: массовая доля, поваренной соли, белка, жира и нитрита натрия. Были определены микробиологические показатели продукта.

Работа выполнена на кафедре БЖСиА факультета прикладной биотехнологии и инженерии ОГУ. Произведен продукт на мясоперерабатывающем предприятии ООО «МК Долина» г. Новотроицк.

Результаты и обсуждение

Органолептическую оценку качества колбасных изделий проводили по следующим показателям: внешний вид, вид на разрезе, цвет, консистенция, запах и вкус (таблица 1).

Результаты физико-химических исследований представлены в таблице 2.

Таблица 1.

Органолептические показатели сырокопченой колбасы «Салями Супер»

Table 1.

Organoleptic characteristics of raw smoked sausage “Salami Super”

Органолептические показатели | Organoleptic characteristics	НТД на методы исследования | Research methods
Внешний вид | Appearance	Батоны с чистой, сухой поверхностью, без пятен, слипов, повреждений оболочки, наплывов фарша | Loaves with a clean, dry surface, without spots, slips, damage to the shell, minced meat
Консистенция | Consistency	Твердая, плотная | Solid, dense
Вид фарша на разрезе | Type of minced meat on the cut	От розового до темно-красного, фарш равномерно перемешан, без серых пятен, пустот, видимых включений соединительной ткани содержит кусочки шпика размером не более 3 мм | From pink to dark red, the forcemeat is evenly mixed, without gray spots, voids, visible inclusions of connective tissue, contains pieces of lard not more than 3 mm in size
Запах и вкус | Smell and taste	Приятный, свойственный данному виду продукта, без посторонних привкуса и запаха, вкус слегка острый, солоноватый, запах с выраженным ароматом пряностей, копчения | Pleasant, characteristic of this type of product, without extraneous taste and smell, the taste is slightly sharp, brackish, the smell with a pronounced aroma of spices, smoking

Таблица 2.

Физико-химические показатели колбасы сырокопченой «Салями Супер»

Table 2.

Physico-chemical indicators of broad sausage services smoked “Salami Super”

Показатели Indicators	Значение, % | Value, %		Методы исследования Methods
		при испыт. | during the test	
Массовая доля поваренной соли Mass fraction of sodium salt	<3,0	2,6	ГОСТ 9957
Массовая доля жира | Mass fraction of fat	<30	29,0	ГОСТ 23042
Массовая доля белка | Mass fraction of protein	≥10,0	14,0	ГОСТ 25011
Массовая доля нитрита натрия Mass fraction of nitrite sodium	<0,0075	0,002	ГОСТ 8588.1–78

Таблица 3.

Физико–химические показатели колбасы сырокопченой «Брауншвейгская»

Table 3.

Physico–chemical indicators of the enterprise supply smoked sausage “Brunswick”

Показатели Indicators	Значение, % Value, %		Методы исследования Methods
		при испыт. | uring the test	
Массовая доля поваренной соли Mass fraction of sodium salt	<3,0	4,4	ГОСТ 9957
Массовая доля жира | Mass fraction of fat	<30	41,0	ГОСТ 23042
Массовая доля белка | Mass fraction of protein	≥10,0	13,0	ГОСТ 25011
Массовая доля нитрита натрия Mass fraction of nitrite sodium	<0,0075	0,0024	ГОСТ 8588.1–78

В разработанной колбасе «Салями Супер» по отношению к колбасе «Брауншвейгская» показатели содержания соли ниже на 1,8%, жира – на 12% и нитрита натрия – на 0,0004%. Содержание белка выше на 1%., т. к. в состав комплексной пищевой добавки входит соединительнотканный белок (таблица 3). Таким образом, сырокопченая колбаса «Салями Супер» обладает более полезными свойствами, чем колбаса «Брауншвейгская».

Таблица 4.

Микробиологические показатели колбасы сырокопченой «Салями Супер»

Table 4.

Microbiological retail indicators of sausage division raw smoked "Salami Super"

Микробиологические показатели Microbiological indicators	Значение, КОЕ/г | Value		Методы исследования Methods
		при испыт. | during the test.	
КМАФАнМ | Kmafanm	$<1\cdot10^3$	Не обнаружено	ГОСТ 10444.15
БГКП (колиформы) | CGB (coliforms)	В 1,0 г не допуск.	Не обнаружено	ГОСТ 31747
Salmonella	В 25 г не допуск.	Не обнаружено	ГОСТ 31659
L. monocytogenes	В 25 г не допуск.	Не обнаружено	ГОСТ 32031
S. Aureus	В 1,0 г не допуск.	Не обнаружено	ГОСТ 31746
Сульфитредуцирующие клостридии Sulfite-reducing clostridia	В 0,1 г не допуск.	Не обнаружено	ГОСТ 29185

Микробиологические показатели колбасы сырокопченой «Салями Супер» соответствуют нормативно-технической документации, что говорит о безопасности продукта (таблица 4).

Анализируя результаты исследований, можно сделать следующие выводы:

1) установлено, что органолептические показатели колбасы сырокопченой «Салями Супер» при использовании ускорителей созревания соответствуют НТД и идентичны органолептическим показателям колбасы Брауншвейгской;

2) по физико-химическим показателям сырокопченая колбаса «Салями Супер» соответствует требованиям НТД и превосходит колбасу сырокопченую Брауншвейгскую;

3) микробиологические показатели исследуемого продукта находятся в норме.

Таким образом, при применении ускорителей созревания в рецептуре сырокопченой колбасы достигается необходимая консистенция, вкус, цвет и запах, улучшаются физико-химические показатели, что сказывается на повышении пищевой и биологической ценности готового продукта.

Заключение

Разработанная сырокопченая колбаса «Салями Супер», изготовленная с использованием ускорителей созревания в совокупности с коррекцией в термической обработке, соответствует всем показателям качества и безопасности. Уровень рентабельности производства сырокопченой колбасы «Салями Супер» повышается за счет снижения срока выработки на 12–16 сут.

Разработан СТО на колбасу сырокопченую «Салями Супер».

ЛИТЕРАТУРА

1 Чащин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд И.О. и др. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. № 1. С. 3–12.

2 Конторович А.Э., Коржубаев А.Г., Эдер Л.В. Прогноз глобального энергообеспечения: методология, количественные оценки, практические выводы // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2006. № 5. URL: http://www.vipstd.ru/gim/content/view/90/278/

3 Раскина Т.А., Пирогова О.А., Зобнина О.В., Пинтова Г.А. Показатели системы остеокла-стогенеза у мужчин с различными клиническими вариантами анкилозирующего спондилита // Современная ревматология. 2015. Т. 9. № 2. С. 23–27. doi: 10.14412/1996–7012–2015–2–23–27

4 Терещенко Ю.В. Трактовка основных показателей вариабельности ритма сердца // Новые медицинские технологии на службе первичного звена здравоохранения: материалы межрегиональной конференции, Омск, 10–11 апреля 2010. 2010. С. 3–11.

5 Абдурахманов Г.М., Лопатин И.К. Основы зоологии и зоогеографии. Москва: Академия, 2001. 496 с.

6 Иванова А.Е. Проблемы смертности в регионах Центрального федерального округа // Социальные аспекты здоровья населения. 2008. № 2. URL: http://vestnik.mednet.ru/content/view54/30/

7 ГОСТ 8.586.5–2005. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. М.: Стандартинформ, 2007. 143 с.

8 Романко М.Д. Колбасное производство и полуфабрикаты: методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения. Оренбург: ОГУ. 2018. 62 с.

9 Polak T., Polak M.L., Tomovic V.M., Žlender B. et al. Characterization of the *Kranjska klobasa*, a traditional slovenian cooked, cured, and smoked sausage from coarse ground pork // Food Processing and Preservation. 2017. V. 41. № 6. doi: 10.1111/jfpp.13269

10 Das A., Sanyal M.K., Debnath A., Ganguly S. Development of spiced and smoked sausage from buffalo skim milk // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2018. V. 7. № 6. P. 121–125.

REFERENCES

1 Chashchin V.P., Gudkov A.B., Popova O.N., Odland I.O. et al. Characterization of the main risk factors for impairments to the health of the population living in areas of active nature management in the Arctic. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2014. no. 1. pp. 3–12. (in Russian).

2 Kontorovich A.E., Korzhubaev A.G., Eder L.V. Forecast of global energy supply: Techniques, quantitative assessments, and practical conclusions. *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie* [Mineral Resources of Russia. Economics and Management]. 2006. no. 5. Available at: http://www.vipstd.ru/gim/content/ view/90/278/ (in Russian)

3 Raskina T.A., Pirogova O.A., Zobnina O.V., Pintova G.A. Indicators of the osteoclastogenesis system in men with different clinical types of ankylosing spondylitis. *Sovremennaya revmatologiya* [Modern rheumatology]. 2015. vol. 9. no. 2. pp. 23–27. doi: 10.14412/1996–7012–2015–2–23–27 (in Russian).

4 Tereshchenko Yu.V. Interpretation of the main indicators of heart rate variability. Novyye meditsinskiye tekhnologii na sluzhbe pervichnogo zvena zdravookhraneniya [New Medical Technologies in the Service of Primary Health Care: proceedings of the interregional conference, Omsk, April 10–11, 2010]. 2010. pp. 3–11. (in Russian).

5 Abdurakhmanov G.M., Lopatin I.K. Osnovy zoologii i zoogeografii [Basics of zoology and zoogeography]. Moscow, Akademiya, 2001, 496 p. (in Russian).

6 Ivanov A.E. Mortality problems in the regions of the Central Federal District. *Sotsial'nyye aspekty zdorov'ya naseleniya* [Social aspects of public health]. 2008. no. 2. Available at: http://vestnik.mednet.ru/content/view54/30/ (in Russian).

7 GOST 8.586.5–2005. Gosudarstvennaya sistema obespecheniya yedinstva izmereniy. Izmereniye raskhoda i kolichestva zhidkostey i gazov s pomoshch'yu standartnykh suzhayushchikh ustroystv [State Standard 8.586.5–2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]. Moscow, Standartinform, 2007. 143 p. (in Russian).

8 Romanko M.D. Kolbasnoye proizvodstvo i polufabrikaty [Sausage production and semi-finished products]. Orenburg, OGU, 2018. 62 p. (in Russian).

9 Polak T., Polak M.L., Tomovic V.M., Žlender B. et al. Characterization of the Kranjska klobasa, a traditional slovenian cooked, cured, and smoked sausage from coarse ground pork. Food Processing and Preservation. 2017. vol. 41. no. 6. doi: 10.1111/jfpp.13269

10 Das A., Sanyal M.K., Debnath A., Ganguly S. Development of spiced and smoked sausage from buffalo skim milk. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2018. vol. 7. no. 6. pp. 121–125.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юлия С. Кичко к.б.н., доцент, кафедра биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбургский государственный университет, пр. Победы 13, Оренбург, 460018, Россия, kichko.80@mail.ru

Марина В. Клычкова к.б.н., доцент, кафедра биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбургский государственный университет, пр. Победы 13, Оренбург, 460018, Россия, maryavg@list.ru

Михаил Д. Романко ст. преподаватель, кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбургский государственный университет, пр. Победы 13, Оренбург, 460018, Россия, romanko52@list.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Julia S. Kichko Cand. Sci. (Biol.), associate professor, biotechnology of animal raw materials and aquaculture department, Orenburg state University, Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460018, Russia, kichko.80@mail.ru

Marina V. Klychkova Cand. Sci. (Biol.), associate professor, biotechnology of animal raw materials and aquaculture department, Orenburg state University, Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460018, Russia, maryavg@list.ru

Michael D. Romanko senior lecturer, biotechnology of animal raw materials and aquaculture department, Orenburg state University, Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460018, Russia, romanko52@list.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 15.02.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 09.04.2019

RECEIVED 2.15.2019

ACCEPTED 4.9.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.7

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-102-107

Исследование содержания основных макронутриентов в безглютеновых зерновых культурах и продуктах их переработки

Сергей А. Урубков [1] glen.vniiz@gmail.com
Светлана С. Хованская [1] khosveserg@yandex.ru
Станислав О. Смирнов [1] sts_76@bk.ru

[1] НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии, пос. Измайлово, 22, 142718, Россия

Аннотация. Целью данного исследования состояла в получении данных о количественном соотношении основных питательных веществ в зерне амаранта, а также продуктов его переработки (взорванного зерна и муки «Крупчатка») в сравнении с более распространёнными в России зерновыми продуктами безглютенового ряда, такими как гречневая крупа и мука рисовая, кукурузная и гречневая. Обзор российских и зарубежных статей показал довольно широкие диапазоны содержания основных нутриентов в зерне амаранта. В результате исследования получены данные по содержанию основных макронутриентов, то есть белка, жира, усваиваемых и неусваиваемых углеводов и зольности. Полученные данные показали, что содержание белка в зерне амаранта превышает содержание данного нутриента в гречихе, а также рисовой и кукурузной муке. Общее содержание липидов во взорванном зерне амаранта было 6,41% на сухое вещество, и превосходило по этому показателю остальные исследованные продукты. Анализ показал относительно высокое содержание углеводов во всех исследуемых продуктах. В зерне амаранта углеводы составили 63,25% сухих веществ, что ниже, чем в остальных образцах, где значения этого показателя варьировали от 65,6 до 80,3% сухих веществ, при этом количество неусвояемых углеводов в зерне амаранта практически в 2 раза превышало данное значение в других образцах. Результаты, полученные в этом исследовании, могут быть использованы в исследованиях глютен не содержащих культур и продуктов их переработки при разработке специализированных безглютеновых зерновых смесей с использованием амаранта для питания детей.

Ключевые слова: амарант, безглютеновая продукция, дети старше трёх лет, зерновые смеси, целиакия, продукты детского питания на зерновой основе, сбалансированная диета

Study of the content of the main macronutrients in gluten-free crops and products of their processing

Sergey A. Urubkov [1] glen.vniiz@gmail.com
Svetlana S. Khovanskaya [1] khosveserg@yandex.ru
Stanislav O. Smirnov [1] sts_76@bk.ru

[1] Scientific Research Institute of Food-concentrate Industry and Special Food Technology, Izmailovo, 22, 142718, Russia

Abstract. The aim of this study was to obtain data on the quantitative ratio of the main nutrients in amaranth grain, as well as products of its processing (blasted grain and flour Krupchatki) in comparison with the more common in Russia gluten-free grain products, such as buckwheat and rice flour, corn and buckwheat. The review of Russian and foreign articles showed quite wide ranges of the content of the main nutrients in amaranth grain. As a result of the study, data on the content of the main macronutrients, i.e. protein, fat, digestible and non-digestible carbohydrates and ash content were obtained. The obtained data showed that the protein content in amaranth grain exceeds the content of this nutrient in buckwheat, as well as rice and corn flour. The total content of lipids in the exploded amaranth grain was 6.41% for dry matter, and surpassed the rest of the studied products in this indicator. The analysis showed a relatively high content of carbohydrates in all the studied products. The amaranth grain carbohydrates are made up 63,25% dry solids, which is lower than in other samples, where the values of this indicator ranged from 65,6 to 80.3% solids, the amount of indigestible carbohydrates in the grain amaranth is almost 2 times higher than this value in other samples. The results obtained in this study can be used in studies of gluten-free crops and products of their processing in the development of specialized gluten-free grain mixtures using amaranth for children's nutrition.

Keywords: amaranth, balanced diet, children of preschool and school age, celiac disease, gluten-free products, grain-based products for baby food

Введение

В структуре заболеваний детского возраста болезни органов пищеварения занимают значительное место как по распространенности, так и по тяжести клинических проявлений.

Непереносимость глютена – это заболевание, возникающее в ответ на употребление глютена или соответствующих проламинов и характеризующееся развитием атрофической энтеропатии, появлением в сыворотке крови специфических антител и широким спектром глютензависимых клинических проявлений,

Для цитирования
Урубков С.А., Хованская С.С., Смирнов С.О Исследование содержания основных макронутриентов в безглютеновых зерновых культурах и продуктах их переработки //Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 102–107. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-102-107

For citation
Urubkov S.A., Khovanskaya S.S., Smirnov S.O. Study of the content of the main macronutrients in gluten-free crops and products of their processing. *Vestnik VGUIT*[Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 102–107. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-102-107

при этом диагноз целиакия может отсутствовать. Код Международной классификации болезней 10-го пересмотра: К90.0 – целиакия [1].

Непереносимость глютена встречается примерно у 1% населения во всем мире, хотя большинство людей, ассоциированные с этим заболевания, не диагностированы [1–3]. Исследования показывают, что распространенность непереносимости глютена за последние 50 лет увеличилась в 4–5 раз [4], причем одновременно наблюдается отчетливая тенденция к нарастанию частоты гастроэнтерологической патологии в детском возрасте [2].

Эпидемиологические исследования, проводимые в мире, развеяли миф о целиакии как заболевании преимущественно детей раннего возраста [5]. Непереносимость глютена может развиться в любом возрасте, однако по данным европейских учёных распространенность заболевания резко возросла среди детей до 12 лет жизни [6]. Результаты совместных исследований, проведённых итальянскими и чешскими учёными, подтверждают, что заболевание целиакией чаще встречается у детей, чем у взрослых, кроме того, подчеркивают различия непереносимости глютена у детей по сравнению со взрослыми [7].

В Российской Федерации крупных эпидемиологических исследований не проводилось. Предполагаемая частота целиакии в России может составлять 1:100–1:250. Отдельные данные из регионов свидетельствуют о частоте заболевания от 1:85 в группах риска в Рязани, до 1,2:1000 в Томске [8].

Глютен представляет собой совокупность запасных белков зерна. Состоит из глютенинов – белков эндосперма, растворяющихся только в слабых кислотах или щелочах, и проламинов – белков, растворимых в 60–80%-ном растворе этанола. Эти белки отражают характеристики аминокислотного состава, а именно высокое содержание и большое число аминокислотных последовательностей пролина и глутамина, определяющих токсичность глиадина (в пшенице), секалина (во ржи), гордеина (в ячмене) и авенина (в овсе) для больных целиакией. К настоящему времени наиболее подробно изучен именно глиадин как фактор, провоцирующий повреждение слизистой оболочки тонкой кишки у больных целиакией ввиду того, что пшеница – самая потребляемая в пищу злаковая культура, и фракция проламина в ней составляет 5–8 г в 100 г муки. Однако не все белки, относящиеся к глютенинам и проламинам, токсичны для организма человека. Из рисунка 1 видно, что проламины риса и кукурузы практически не содержат глутамина и пролина, зато содержат больше лейцина и аланина – безопасных аминокислот для больных с целиакией [1, 4].

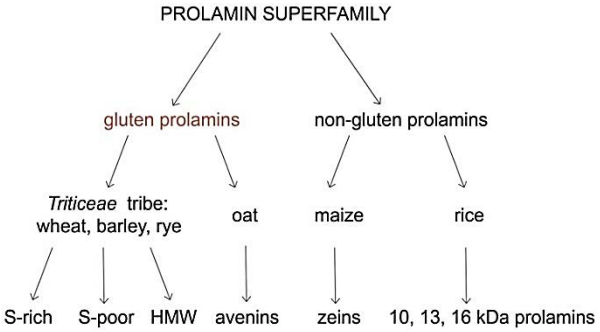


Рисунок 1. Классификация проламинов [9]

Figure1. Classification of prolamines

Зарубежные исследования показали, что белок амаранта не токсичен для больных целиакией [10]. Положительные результаты дали и российские исследования по применению продуктов из амаранта в диетотерапии детей с непереносимостью глютена. Больные переносили диету без каких-либо аллергических и диспепсических реакций, наблюдалось улучшение показателей нутритивого статуса пациентов, а также снижение психоэмоционального напряжения благодаря внесению в рацион дополнительного ассортимента продуктов [11].

Расширение линейки отечественной специализированной безглютеновой продукции, в том числе за счет использования новых видов сырья, не содержащего глютен, относится к актуальным научно-практическим задачам, решение которых позволит оптимизировать подходы к организации питания больных с непереносимостью глютена, повысить комплаентность лечения, улучшить качество жизни пациента и его семьи [12, 13].

Отдел детского и диетического питания НИИПП и СПТ – филиал ФГБНУ «ФИЦ питания и биотехнологии» в рамках программы «Фундаментальных научных исследований государственной академии наук на 2019–2021 годы» проводит исследования по разработке специализированных безглютеновых зерновых смесей с амарантом для питания детей с непереносимостью глютена (тема № 0529–2019–0065).

В рамках проводимых исследований предусматривается использование зернового сырья, не содержащего глютен, в сочетании с амарантом. Данный этап исследования позволит определить состав и питательную ценность сырья при разработке ассортимента продуктов, которые можно рекомендовать для питания детей с непереносимостью глютена, в том числе целиакией.

Объекты и методы

В работе исследовали: нативное зерно амаранта (*Amaranthus cruentus*), выращенного в штате Мехико, Мексика, урожай 2018 года; зерно амаранта взорванное, произведено

в г. Несауалькойотль, Мексика; амарантовая мука «Крупчатка» ТУ 9291–004–77372064 (сорт «Воронежский»); крупа гречневая нативная ГОСТ Р55290–2012; мука гречневая СТО 53548590–019–2013; мука гречневая нативная, крупность фракции до 60 мкм; мука рисовая цельнозерновая ТУ 9293–002–43175543–03; мука рисовая, крупность фракции до 60 мкм; мука кукурузная «жерновая», Словения; мука кукурузная, крупность фракции до 60 мкм.

Исследование проводили методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе SpectraStar 2500, 34294–12. Эксперимент проводили в трёх повторностях и выводили среднее значение.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований получены данные по содержанию основных нутриентов в исследуемых образцах (таблица 1).

Таблица 1.

Содержание основных нутриентов, % сухих веществ

Table 1.

Content of basic nutrients, % dry matter

Продукт Product	Белок Protein	Липиды Lipids	Пищевые волокна Alimentary fiber	Крахмал Starch	Моно- и дисахариды Mono - and disaccharides	Зольность Ash
Зерно амаранта нативное Amaranth grain native	14,50	5,50	2,53	51,14	9,58	2,78
Зерно амаранта взорванное Amaranth grain exploded	9,16	6,41	0,46	64,88	10,31	2,38
Амарант мука «Крупчатка» Amaranth flour "Krupchatka"	5,84	3,22	1,06	74,24	4,98	1,20
Гречиха нативная крупа Buckwheat native groats	8,78	4,16	1,04	63,09	1,45	1,61
Мука гречневая Buckwheat flour	6,52	2,70	1,11	67,69	9,81	0,85
Мука гречневая нативная (до 60 мкм) | Flour buckwheat native (up to 60 microns)	10,44	3,31	1,13	60,95	8,57	1,32
Мука рисовая цельнозерновая Flour rice wholegrain	4,21	1,97	1,13	71,21	0,53	0,44
Мука рисовая (до 60 мкм) Rice flour (up to 60 microns)	7,15	2,27	1,16	64,49	2,64	0,90
Мука кукурузная «жерновая» Flour corn flour	7,59	5,78	1,99	62,84	2,59	1,53
Мука кукурузная (до 60 мкм) Corn flour (up to 60 microns)	6,93	4,48	2,34	58,91	3,21	1,64

Содержание белка в нативном зерне амаранта 14,5%, что выше, чем значения этого показателя для зерна гречихи (10,44%), а также продуктов переработки других злаков. Это соответствует данным других исследований [14, 15], которые также установили, что количество белка в зерне амаранта больше, чем в традиционных злаковых культурах, включая гречиху, рис и кукурузу из ряда сырья, не содержащего глютен.

Мировые исследования указывают на возможное преимущество амаранта в питании с точки зрения усвояемости [16, 17]. Исследования подтвердили, что амарант содержит хорошо усвояемый белок, почти эквивалентный усвояемости казеина молочного белка [18, 19]. Белки амаранта богаты лизином, лейцином, треонином, изолейцином и триптофаном. Высокое содержание незаменимых аминокислот – 34,5% обусловлено преимущественно лизином 4,3–6,5%, изолейцином 3,3–3,8% и суммой тирозина с фенилаланином 6,3–8,1% [20].

Жиры или липиды, так же как и белки, являются важнейшими компонентами пищи, которые, в свою очередь, отвечают за построение органов и тканей, клеточных и субклеточных мембран, а также несут энергетическую функцию (обеспечивают 30–40% от необходимой детскому организму энергии).

Липиды содержатся в рассматриваемых продуктах в интервале от 2,0 до 6,5% (таблица 1). Высокий уровень содержания липидов отмечается в зерне и продуктах из амаранта, а также кукурузной муке.

Жирнокислотный состав липидов амаранта содержит: линолевой кислоты 38–48%, олеиновой – 25–35%, пальмитиновой – 19–21% и стеариновой 4–5%, что составляет около 95% содержания всех жирных кислот. При этом содержание ненасыщенных жирных кислот составляет 74% от суммы жирных кислот [21].

Важнейшим компонентом амарантового масла являются токоферолы (витамин Е) в основном в виде наиболее биологически активной

триенольной формы. По данным ФГБНУ «ФИЦ питания и биотехнологии» общее содержание токоферолов в амарантовом масле может достигать 2%. Это рекордный уровень для всех известных растительных масел. Столь высокое содержание токоферолов в амарантовом масле обусловлено высоким содержанием в нем сквалена. Являясь природными жирорастворимыми антиоксидантами, токоферолы и особенно токотриенолы препятствуют свободнорадикальным реакциям, нормализуют липидный обмен, снижают уровень холестерина в крови. На основе токоферолов и их производных создан ряд препаратов гипохолестеринемического назначения, а также для лечения и профилактики язвы желудка, язвенного колита, а также композиции для активации действия фагоцитов. Амарант является растением с наиболее высокой концентрацией сквалена в растительном мире – 4,16 г сквалена/кг семян [22]. Широкие исследования, проведенные на 104 генотипах 30 видов амаранта, выявили концентрации сквалена от 10,4 до 73,0 г/кг масла амаранта [23].

Проведённые исследования показали относительно высокое содержание углеводов во всех образцах. В зерне амаранта усвояемые углеводы составили 60,72%, что ниже, чем в остальных образцах, где значения этого показателя варьировались от 62 до 79% с.в-в. При этом крахмал, являющийся главным компонентом зерна злаковых культур, содержался в количестве от 51,1 (зерно амаранта нативное) до 74,2% с.в-в. (мука амарантовая «Крупчатка»). Отличительной особенностью крахмала амаранта является стабильно малый размер гранул диаметром до 3 мкм [24]. Как и у других зерновых культур, гранулы крахмала встроены в матрицу, образованную белком, клетчаткой и липидами. Небольшой размер гранул крахмала имеет ряд преимуществ, увеличивая скорость стабилизации эмульсий, а также меняя их свойства.

Данные показывают, что амарант и продукты его переработки содержат большое количество моно- и дисахаридов (до 10% с.в-в.) в отличие от остальных образцов, где данный показатель не превышал 3,5% с.в-в., исключение составила гречневая мука, где уровень сахаров был схож с амарантом – 9,81% с.в-в. Содержание моно- и дисахаридов зависит от сортовых особенностей, условий выращивания и т. п. факторов и может существенно меняться.

Неусвояемые углеводы, среди которых целлюлоза (клетчатка), гемицеллюлозы и пектиновые вещества, объединяются под одним термином «пищевые волокна». Пищевыми источниками неперевариваемых углеводов служат только продукты растительного происхождения, причём все без исключения. Практически все анализируемые продукты показали низкий уровень содержания пищевых волокон от 0,46 до 1,99% с.в-в. Лишь немного превысило это значение содержание пищевых волокон в зерне амаранта и тонкоизмельчённой кукурузной муке – 2,53 и 2,34% с.в-в. соответственно. Другие авторы сообщают о несколько более высоких значениях содержания клетчатки в зерне амаранта (в диапазоне 11%) [25, 26].

Содержание минеральных солей и микроэлементов отражено в параметре зольность. Содержание минеральных веществ в зерне злаков колеблется в пределах от 0,44 до 2,78% с.в-в., где высшие значения данного показателя относятся к амаранту, что говорит о высоком содержании минеральных веществ в зерне.

Главную часть минеральных веществ всех злаков составляет калий и магний, также характерным является низкое содержание кальция. Амарант и гречиха богаты микроэлементами, такими, как калий, магний и железо.

Заключение

В исследовании были получены данные по содержанию макронутриентов в зерне амаранта и продуктов его переработки (взорванного зерна и муки «Крупчатка») в сравнении с более распространёнными в России зерновыми культурами безглютенового ряда, такими, как гречневая крупа и мука рисовая, кукурузная и гречневая. Обзор российских и зарубежных статей показал довольно широкие диапазоны содержания основных нутриентов в зерне амаранта. По результатам исследования были получены данные по содержанию основных макронутриентов: белка, липидов, усваиваемых и неусваиваемых углеводов и золы. Результаты, полученные в этом исследовании, могут быть использованы в исследованиях культур, не содержащих глютен, и продуктов их переработки при разработке безглютеновых продуктов для питания детей. Безглютеновые продукты с использованием зерна амаранта могут внести свой вклад в улучшение качества питания детей с непереносимостью глютена благодаря своим уникальным питательным и функциональным свойствам.

Необходимо расширять и углублять работы по распространению продуктов из амаранта в питании населения страны, а также вести разработку специализированной продукции на его основе, так как производимая продукция может стать источником полноценного белка и других биологически ценных соединений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Всероссийский консенсус по диагностике и лечению целиакии у детей и взрослых. Принят на 42-й Научной сессии ЦНИИГ (2–3 марта 2016 г.)
2. Детям с целиакией. Гастроэнтерология детского возраста; под ред. С.В. Бельмера, А.И. Хавкина. М.: ИД Медпрактика-М, 2003. 360 с.
3. Rubio-Tapia A, Ludvigsson J.F., Brantner T.L. et al. The prevalence of celiac disease in the United States // The American Journal of Gastroenterology. 2012. V. 107. P. 1538–1544.
4. Rubio-Tapia A., Kyle R.A., Kaplan E.L. et al. Increased prevalence and mortality in undiagnosed celiac d isease // Gastroenterology. 2009. V. 137. P. 88–93.
5. Бельмер С.В. Эпидемиология целиакии: факты и выводы // Лечащий врач. 2013. № 1. С. 16–19.
6. Myleus A., Ivarsson A., Webb C. et al. Celiac disease revealed in 3% of Swedish 12-year-olds born during an epidemic // Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 2009. V. 49. P. 170–176.
7. Ciccocioppo R., Kruzliak P., Cangemi G.C., Pohanka M. et al. The Spectrum of Differences between Childhood and Adulthood Celiac Disease // Nutrients. 2015. V. 7. № 10. P. 8733–8751. doi: 10.3390/nu7105426
8. Быкова С.В., Парфенов А.И., Сабельникова Е.А. Эпидемиология целиакии в мире // Альманах клинической медицины. 2018. Т. 46. № 1. С. 23–31. doi: 10.18786/2072–0505–2018–46–1–23–31
9. Balakireva A.V., Zamyatnin A.A. Properties of Gluten Intolerance: Gluten Structure, Evolution, Pathogenicity and Detoxification Capabilities // Nutrients. 2016. V. 8. № 10. P. 644. doi: 10.3390/nu8100644
10. Bergamo P., Maurano F., Mazzarella G., Iaquinto G. et al. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease // Mol Nutr Food Res. 2011. V. 55. № 8. P. 1266–1270. doi: 10.1002/mnfr.201100132
11. Бавыкина И.А Звягин А.А., Мирошниченко Л.А., Гусев К.Ю. и др. Эффективность продуктов из амаранта в безглютеновом питании детей с непереносимостью глютена // Вопросы питания. 2017. № 2. С. 91–99. doi: 10.24411/0042–8833–2017–00038
12. Urubkov S.A., Khovanskaya S.S., Dremina N.V., Smirnov S.O. Grain-based products for baby food // Вопросы детской диетологии. 2018. Т. 16. № 4. С. 67–72. doi: 10.20953/1727–5784–2018–4–67–72
13. Урубков С.А., Хованская С.С., Пырьева Е.А., Георгиева О.В. Разработка рецептур продуктов для детского питания на зерновой основе с применением плодовоовощных и ягодных компонентов // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. 2018. № 10 (10). С. 276–284.
14. Высочина Г.И. Амарант (*amaranthus l.*): химический состав и перспективы использования (обзор) // Химия растительного сырья. 2013. № 2. С. 5–14.
15. Mota C., Santos M., Mauro R., Samman N. et al. Protein content and amino acids profile of pseudocereals // Food Chem. 2016. V. 193. P. 55–61. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.11.043
16. Navruz-Varli S., Sanlier N. Nutritional and health benefits of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) // Journal of Cereal Science. 2016. V. 69. P. 371–376. doi: 10.1016/j.jcs.2016.05.004
17. Correa A.D., Jokl L., Carlsson R. Chemical constituents, in vitro protein digestibility, and presence of antinutritional substances in amaranth grains // Arch Latinoam Nutr. 1986. V. 36. № 2. P. 319–26.
18. Ranhotra G.S., Gelroth J.A., Glaser B.K., Lorenz K.J. et al. Composition and protein nutritional quality of quinoa // Cereal. Chem. 1993. V. 70. P. 303–305.
19. Repo-Carrasco R., Esponiza C., Jacobsen S.-E. Nutritional value and use of the Andean crops: Quinoa (Chenopodium quinoa) and kañiwa (Chenopodium pallidicaule) // Food Reviews International. 2003. V. 19. P. 179–189. doi: 10.1081/FRI-120018884
20. Becker R. Preparation, compositional and nutritional implications of amaranth seed oil // Cereal Food World. 1989. V. 34. № 11. P. 950.
21. Opute F.J. Seed Lipids of the Grain Amaranth // Jurnal of Experimental Botany. 1979. V. 30. P. 601–606.
22. León-Camacho M., García-González D.L., Aparicio R. A detailed and comprehensive study of amaranth (*Amaranthus cruentus L.*) oil fatty profile // European Food Research and Technology. 2001. V. 213. № 4–5. P. 349–355. doi: 10.1007/s002170100340.
23. He H.-P., Corke H. Oil and Squalene in Amaranthus Grain and Leaf // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2003. V. 51. № 27. P. 7913–7920. doi: 10.1021/jf030489q
24. Venskutonis P.R., Kraujalis P. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: A review on composition, properties, and uses. Compr // Rev. Food Sci. Food Saf. 2013. V. 12. P. 381–412. doi: 10.1111/1541–4337.12021
25. Alonso-Miravalles L., O'Mahony J.A. Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients // Foods. 2018. V. 7. № 5. P. 73. doi: 10.3390/foods7050073
26. Repo-Carrasco R., Peña J., Kallio H., Salminen S. Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*) // J. Cereal Sci. 2009. V. 49. P. 219–224. doi: 10.1016/j.jcs.2008.10.003

REFERENCES

1. Vserossijskij konsensus po diagnostike i lecheniyu celiakii u detej i vzroslyh [All-Russian consensus on the diagnosis and treatment of celiac disease in children and adults. Adopted at the 42nd Scientific Session of the TsNIIG (March 2–3, 2016)].
2. Detyam s tseliakiyey. Gastroenterologiya detskogo vozrasta [Children with celiac disease. Children's gastroenterology; by ed. S.V. Belmera, A.I. Khavkin]. Moscow: ID Medpraktika-M, 2003. 360 p. (in Russian).
3. Rubio-Tapia A, Ludvigsson J.F., Brantner T.L. et al. The prevalence of celiac disease in the United States. The American Journal of Gastroenterology. 2012. vol. 107. pp. 1538–1544.
4. Rubio-Tapia A., Kyle R.A., Kaplan E.L. et al. Increased prevalence and mortality in undiagnosed celiac d isease. Gastroenterology. 2009. vol. 137. pp. 88–93.
5. Bel'mer S.V. Epidemiology of celiac disease: facts and conclusions. *Lechashchij vrach* [The attending physician]. 2013. no. 1. pp. 16–19. (in Russian).
6. Myleus A., Ivarsson A., Webb C. et al. Celiac disease revealed in 3% of Swedish 12 year-olds born during an epidemic. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 2009. vol. 49. pp. 170–176.
7. Ciccocioppo R., Kruzliak P., Cangemi G.C., Pohanka M. et al. The Spectrum of Differences between Childhood and Adulthood Celiac Disease. Nutrients. 2015. vol. 7. no. 10. pp. 8733–8751. doi: 10.3390/nu7105426
8. Bykova S.V., Parfenov A.I., Sabel'nikova E.A. Epidemiology of Celiac Disease in the World. *Al'manah klinicheskoj mediciny* [Almanac of Clinical Medicine]. 2018. vol. 46. no. 1. pp. 23–31. doi: 10.18786/2072–0505–2018–46–1–23–31 (in Russian).
9. Balakireva A.V., Zamyatnin A.A. Properties of Gluten Intolerance: Gluten Structure, Evolution, Pathogenicity and Detoxification Capabilities. Nutrients. 2016. vol. 8. no. 10. pp. 644. doi: 10.3390/nu8100644

10. Bergamo P., Maurano F., Mazzarella G., Iaquinto G. et al. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease. Mol Nutr Food Res. 2011. vol. 55. no. 8. pp. 1266–1270. doi: 10.1002/mnfr.201100132

11. Bavykina I.A Zvyagin A.A., Miroshnichenko L.A., Gusev K.Yu. et al. Efficiency of products from amaranth in gluten-free nutrition of children with gluten intolerance. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Issues]. 2017. no. 2. pp. 91–99. doi: 10.24411 / 0042–8833–2017–00038 (in Russian).

12. Urubkov S.A., Khovanskaya S.S., Dremina N.V., Smirnov S.O. Grain-based products for baby food. *Voprosy detskoy diyetologii* [Children's nutrition issues]. 2018. vol. 16. No. 4. pp. 67–72. doi: 10.20953/1727–5784–2018–4–67–72

13. Urubkov S.A., Hovanskaya S.S., Pyr'eva E.A., Georgieva O.V. Development of product formulations for children's nutrition on grain basis using fruit and vegetable and berry components. *Innovacionnye tekhnologii proizvodstva i hraneniya material'nyh cennostej dlya gosudarstvennyh nuzhd* [Innovative technologies for the production and storage of material values for state needs]. 2018. no. 10 (10). pp. 276–284. (in Russian).

14. Vysochina G.I. Amaranth (*amaranthus l.*): Chemical composition and use prospects (review). *Himiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials]. 2013. no. 2. pp. 5–14. (in Russian).

15. Mota C., Santos M., Mauro R., Samman N. et al. Protein content and amino acids profile of pseudocereals. Food Chem. 2016. vol. 193. pp. 55–61. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.11.043

16. Navruz-Varli S., Sanlier N. Nutritional and health benefits of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). Journal of Cereal Science. 2016. vol. 69. pp. 371–376. doi: 10.1016/j.jcs.2016.05.004

17. Correa A.D., Jokl L., Carlsson R. Chemical constituents, in vitro protein digestibility, and presence of antinutritional substances in amaranth grains. Arch Latinoam Nutr. 1986. vol. 36. no. 2. pp. 319–26.

18. Ranhotra G.S., Gelroth J.A., Glaser B.K., Lorenz K.J. et al. Composition and protein nutritional quality of quinoa. Cereal. Chem. 1993. vol. 70. pp. 303–305.

19. Repo-Carrasco R., Esponiza C., Jacobsen S.-E. Nutritional value and use of the Andean crops: Quinoa (Chenopodium quinoa) and kañiwa (Chenopodium pallidicaule). Food Reviews International. 2003. vol. 19. pp. 179–189. doi: 10.1081/FRI-120018884

20. Becker R. Preparation, compositional and nutritional implications of amaranth seed oil. Cereal Food World. 1989. vol. 34. no. 11. pp. 950.

21. Opute F.J. Seed Lipids of the Grain Amaranth. Jurnal of Experimental Botany. 1979. vol. 30. pp. 601–606.

22. León-Camacho M., García-González D.L., Aparicio R. A detailed and comprehensive study of amaranth (*Amaranthus cruentus L.*) oil fatty profile. European Food Research and Technology. 2001. vol. 213. no. 4–5. pp. 349–355. doi: 10.1007/s002170100340

23. He H.-P., Corke H. Oil and Squalene in Amaranthus Grain and Leaf. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2003. vol. 51. no. 27. pp. 7913–7920. doi: 10.1021/jf030489q

24. Venskutonis P.R., Kraujalis P. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: A review on composition, properties, and uses. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 2013. vol. 12. pp. 381–412. doi: 10.1111/1541–4337.12021

25. Alonso-Miravalles L., O'Mahony J.A. Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients. Foods. 2018. vol. 7. no. 5. pp. 73. doi: 10.3390/foods7050073

26. Repo-Carrasco R., Peña J., Kallio H., Salminen S. Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*). J. Cereal Sci. 2009. vol. 49. pp. 219–224. doi: 10.1016/j.jcs.2008.10.003

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей А. Урубков к.т.н., ст. науч. сотрудник, отдел детского и диетического питания, НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии, пос. Измайлово, 22, 142718, Россия, glen.vniiz@gmail.com
Светлана С. Хованская к.т.н., зав. отделом, отдел детского и диетического питания, НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии, пос. Измайлово, 22, 142718, Россия, khosveserg@yandex.ru
Станислав О. Смирнов к.т.н., заместитель директора, НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии, пос. Измайлово, 22, 142718, Россия, sts_76@bk.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы принимали участие в написании статьи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.03.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.04.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergey A. Urubkov Cand. Sci. (Engin.), senior research fellow, department of children's and dietary nutrition, scientific research institute of food-concentrate industry and special food technology, Izmailovo, 22, 142718, Russia, glen.vniiz@gmail.com
Svetlana S. Khovanskaya Cand. Sci. (Engin.), head of department, department of children's and dietary nutrition, scientific research institute of food-concentrate industry and special food technology, Izmailovo, 22, 142718, Russia, khosveserg@yandex.ru
Stanislav O. Smirnov Cand. Sci. (Engin.), deputy director, scientific research institute of food-concentrate industry and special food technology, Izmailovo, 22, 142718, Russia, sts_76@bk.ru

CONTRIBUTION

All authors participated in the writing of the article and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.20.2019

ACCEPTED 4.19.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.664.9

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-108-113

Совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения

Наталья В. Науменко [1] naumenko_natalya@mail.ru
Ирина Ю. Потороко [1] irina_potoroko@mail.ru
Ирина В. Калинина [1] 9747567@mail.ru
Артем В. Малинин [1] artemmalinin3@gmail.com
Арам В. Цатуров [1] aram-chel@mail.ru

[1] Южно-Уральский государственный университет (НИУ), пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы как сырьевого компонента содержащего легкоусвояемые сахара, незаменимые аминокислоты, витамины и минеральные вещества. Для интенсификации процесса проращивания используется обработка зерна пшеницы на акустическом источнике упругих колебаний при частоте (22 ± 1,65) кГц и мощности 340 Вт, продолжительностью воздействия 5 мин. Полученная цельносмолотая мука из пророщенного зерна пшеницы имеет значения средневзвешенного размера частиц муки 177±25 мкм. Данная мука была использована при производстве модельных образцов хлеба путем частичной замены сортовой муки в количестве 10–50%. На основании определения технологических параметров, было установлено, что использование цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы повышает сахарообразующую и газообразующую способность смеси муки, интенсифицирует процесс брожения. При этом оказывает незначительное влияние на количество и качество клейковины. Оптимальное значение числа падения было установлено у смеси муки пшеничной хлебопекарной первого сорта и цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы в соотношении 80:20 соответственно. Данное соотношение было также определено как наилучшее при органолептической оценке пробной лабораторной выпечке образцов хлеба. Модельный образец имел привлекательный внешний вид, выпуклую коричневую, равномерную пористость, не липкий, эластичный мякиш, выраженный вкус и аромат. Авторами отмечается, что совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы возможно путем выбора оптимальной дозировки внесения данного вида сырья и контроля технологических параметров процесса.

Ключевые слова: цельносмолотая мука, интенсификация проращивания зерна пшеницы, ультразвуковое воздействие, хлеб и хлебобулочные изделия

Improving the production technology of bakery products obtained using ingredients of plant origin

Natalia V. Naumenko [1] naumenko_natalya@mail.ru
Irina Yu. Potoroko [1] irina_potoroko@mail.ru
Irina V. Kalinina [1] 9747567@mail.ru
Artem V. Malinin [1] artemmalinin3@gmail.com
Aram V. Tsaturov [1] aram-chel@mail.ru

[1] South Ural State University (NRU), Lenin Av., 76, Chelyabinsk, 454080, Russia

Abstract. The article considers the possibility of using whole-grain flour from germinated wheat grain as a raw material component containing easily digestible sugars, essential amino acids, vitamins and minerals. For the intensification of the germination process, the treatment of wheat at the acoustic source of elastic oscillations is used at a frequency of (22 ± 1.65) kHz and power of 340 W and an exposure time of 5 minutes. The obtained whole-ground flour from germinated wheat grain has a weighted average particle size of flour 177 ± 25 microns. This flour was used in the production of model bread samples by partial replacement of high-grade flour in the amount of 10–50%. Based on the determination of technological parameters, it was found that the use of whole-grain flour from germinated wheat grain increases the sugar-forming and gas-forming ability of the flour mixture, intensifies the fermentation process. It has little effect on the quantity and quality of gluten. The optimal value of the drop number was found for the first-grade baking wheat flour and whole-grain flour from germinated wheat in a ratio of 80:20, respectively. This ratio was also defined as the best organoleptic evaluation of laboratory test baking bread samples. The model sample had an attractive appearance, a convex brown, uniform porosity, non-sticky, elastic crumb, pronounced taste and aroma. The authors note that the improvement of the production technology of bakery products obtained using whole-grain flour from germinated wheat grain is possible by choosing the optimal dosage of introducing this type of raw material and monitoring the technological parameters of the process.

Keywords: Whole grinding flour, intensification of wheat germination, ultrasonic treatment, bread and bakery products

Для цитирования

Науменко Н.В., Потороко И.Ю., Калинина И.В., Малинин А.В., Цатуров А.В. Совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 108–113. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-108-113

For citation

Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Kalinina I.V., Malinin A.V., Tsaturov A.V. Improving the production technology of bakery products obtained using ingredients of plant origin. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 108–113 (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-108-113

Введение

Сложившаяся ситуация на рынке зерна, его профицит и низкое качество, проблемы, связанные с хранением и безопасностью, являются стимулирующими факторами для поиска инновационных технологий получения пищевых продуктов.

Внимание привлекает направление, связанное с получением зерновых продуктов из пророщенного сырья или добавление данного компонента в рецептуру традиционных изделий. При этом сама технология проращивания зерна пшеницы используется исследователями уже долгие годы, т. к. активация биохимических процессов в зерне приводит к накоплению легкоусвояемых сахаров, аминокислот, витаминов и минералов, которые могут обеспечить рынок полезными продуктами. Но данное направление всегда останется актуальным, т. к. меняются качественные характеристики выращенного зерна, используются инновационные методы обеззараживания и интенсификации процесса проращивания зерновых культур [3].

Малым предприятиям пищевой промышленности с гибким графиком объемов производства достаточно сложно самостоятельно проращивать зерновые культуры, т. к. это неизбежно связано с временными затратами и необходимостью больших производственных помещений, а также с хранением пророщенной культуры для дальнейшего использования. Поэтому при производстве хлебобулочных изделий с использованием пророщенного зерна пшеницы целесообразнее использовать консервированный полуфабрикат.

Цель исследования – совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения на основе пророщенного зерна пшеницы.

Объекты и методы

Для проращивания использовали зерно пшеницы сортов Любава и Эритросперриум 59, выращенное в степной зоне Челябинской области. Предварительно проводили пятикратное промывание зерна и интенсификацию процесса путем обработки зерна на акустическом источнике упругих колебаний при частоте (22 ± 1,65) кГц и мощности 340 Вт, продолжительность воздействия 5 мин. В качестве источника ультразвукового воздействия (УЗВ) был использован акустический источник упругих колебаний ультразвуком – прибор «Волна» модель УЗТА–0,4/22-ОМ [2, 4, 5]. Проращивание осуществлялось при контроле длительности процессов замачивания (6–8 ч) и проращивания (12–14 ч) до величины ростка 1,0–1,5 мм, затем зерно высушивалось до влажности 12–14%, измельчалось на мельнице Brabender Break Mill SM3 и в виде цельносмолотой муки вводилось в качестве зерновой добавки в исследуемые образцы хлеба. Данный вид муки имеет влажность 12,5–14,0%, упаковывается в полимерную вакуумную упаковку и хранится без изменения свойств в течении 6 мес.

Полученная цельносмолотая мука оценивалась по: гранулометрическому составу (метод AACC 55–40.01 лазерного динамического светорассеяния с использованием прибора Microtrac S3500 с использованием изопропилового спирта в присутствии тритона X100 для полного исключения набухания и растворения частиц муки и метод электронной сканирующей микроскопии с использованием микроскопа JSM-7001F (JEOL), увеличение =×1000).

Также готовилась смесь муки пшеничной хлебопекарной 1-го сорта и цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы в соотношении 90:10 (смесь муки 1); 80:20 (смесь муки 2); 70:30 (смесь муки 3); 60:40 (смесь муки 4) и 50:50 (смесь муки 5). Были определены следующие показатели:

– количество и качество клейковины (метод определения согласно ГОСТ 27839–2013);

– число падения (ЧП) муки (метод Хагберга-Пертена согласно ГОСТ ISO 3093–2016 на приборе Falling Number FN 1500);

– сахарообразующая способность муки (определяли общепринятым методом путем определения продуктов гидролитического расщепления крахмала с последующим пересчетом на сахарозу) [1];

– газообразующая способность муки – по количеству CO_2, выделившегося за установленный период времени при брожении теста на приборе Яго-Островского.

Для производства исследуемых образцов хлеба использовалось следующее сырьё:

– пшеничная мука 1-го сорта производства ООО «Объединение «Союзпищепром», г. Челябинск;

– дрожжи хлебопекарные прессованные Люкс экстра, производитель ООО САФ-НЕВА.

Для изготовления образцов хлебобулочных изделий за основу была взята рецептура хлеба из пшеничной муки 1-го сорта.

Контролем был хлеб пшеничный, полученный из муки 1-го сорта по традиционной рецептуре и технологии.

Все модельные образцы хлеба были изготовлены из муки 1-го сорта и цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы в следующих соотношениях:

модельный образец 1 – 90:10;
модельный образец 2 – 80:20;
модельный образец 3 – 70:30;
модельный образец 4 – 60:40;
модельный образец 5 – 50:50.

Все исследуемые образцы готовились безопарным способом. Пробную лабораторную выпечку проводили согласно ГОСТ 27669–88. Готовые образцы хлеба оценивались через 4 часа после выпечки. Пробная лабораторная выпечка хлеба массой 500 г проводилась при температуре 200 °С.

Органолептические показатели качества формового хлеба оценивали с использованием 40-балльной шкалы.

Результаты и обсуждение

Цельносмолотая мука из пророщенного зерна пшеницы является нестандартным сырьем для производства хлебобулочных изделий. В результате процесса проращивания становятся более мягкими оболочечные части зерна пшеницы, в такой муке присутствует зародыш и все анатомические части. Это приводит не только к повышению биологической ценности белка, накоплению витаминов и минеральных веществ, но и влечет за собой разнородность полученного сырья по гранулометрическому составу (рисунок 1).

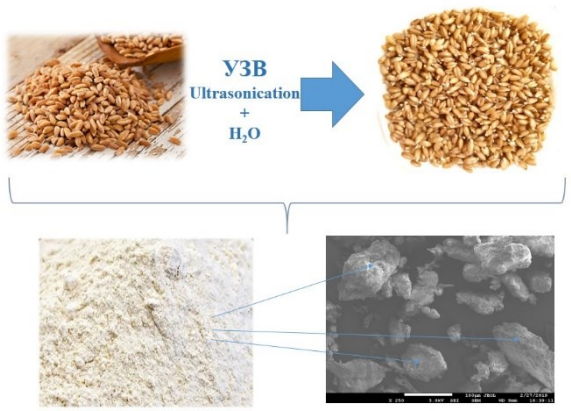


Рисунок 1. Получаемая цельносмолотая мука из пророщенного зерна пшеницы

Figure 1. Obtained whole-ground flour from germinated wheat

Размер частиц цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы является важным фактором, влияющим на качество готового продукта и функциональность. Полученная мука представляет собой полидисперсный порошок с размером частиц от 9 до 497 мкм, поэтому целесообразнее в исследованиях ориентироваться на значения средневзвешенного размера частиц муки, величина которого составила 177 ± 25 мкм. Такой размер частиц позволят им полностью быть замешенными в массу теста, и в готовых изделиях вносимая мука не визуализируется как разнородный по размерному составу зерновой продукт. Форма частиц характеризуется неправильной формой и достаточно большой разнородностью. Незначительную часть всей муки составляют частицы размером менее 15 ± 3 мкм. Это могут быть мелкие зерна крахмала, частицы белковой подложки и кусочки клеток эндосперма, не разделенные на крахмал и белок. Далее присутствуют частицы среднего размера от 18 ± 3 до 30 ± 3 мкм, можно предположить, что это средние и крупные зерна крахмала. Большая часть имеет размер частиц более 37–190 мкм. Авторы описывают [7, 8], что в эту фракцию входят крупные зерна крахмала, освободившиеся от белковой подложки. Данный фракционный состав свидетельствует о том, что мелкие частицы муки способны участвовать в процессе тестоприготовления, простые сахара (полученные в результате осахаривания крахмала при проращивании зерна) – интенсифицировать жизнедеятельность дрожжевых клеток, а наличие крупных фракций позволяет корректировать реологические свойства теста путем умеренного действия фермента α-амилазы и получать изделия хорошего качества [2, 7–10].

Результаты исследования образцов муки представлены на рисунке 2.

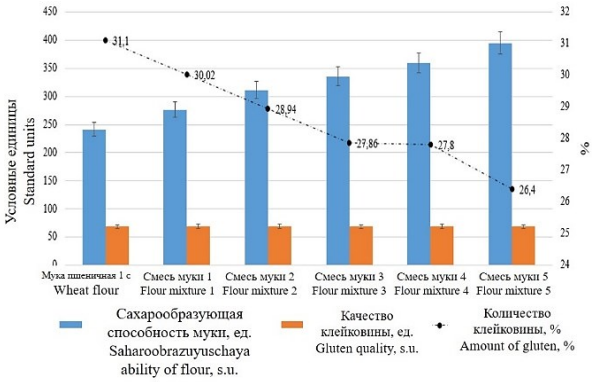


Рисунок 2. Результаты определения сахарообразующей способности, количества и качества клейковины исследуемых образцов муки

Figure 2. The results of determining the sugar-forming ability, the quantity and quality of gluten of the studied flour samples

Полученные данные свидетельствуют о том, что проращивание зерна пшеницы и получение из нее цельносмолотой муки приводит к увеличению сахарообразующей способности муки и полученной смеси, что будет интенсифицировать процесс тестоприготовления и газообразования (рисунок 3). Сахарообразующая способность муки увеличивает свое значение линейно, согласно проценту внесения цельносмолотой муки. При этом проращивание пшеницы до длины ростка 1,0–1,5 мм не позволяет активизировать протеолитические ферменты (количество и качество клейковины), остается на прежнем уровне, что позволит в дальнейшем удержать клейковинный каркас теста и повысить удельный объем готовых изделий.

Газообразующая способность смеси пшеничной муки и цельносмолотой из пророщенного зерна заметно увеличивается уже при замене 20% сортовой муки на цельносмолотую. Данная характеристика выше сразу после 1 ч брожения, и зависимость сохраняется на протяжении 5 ч. С увеличением процента замены муки 1-го сорта на цельносмолотую значения данного показателя повышаются.

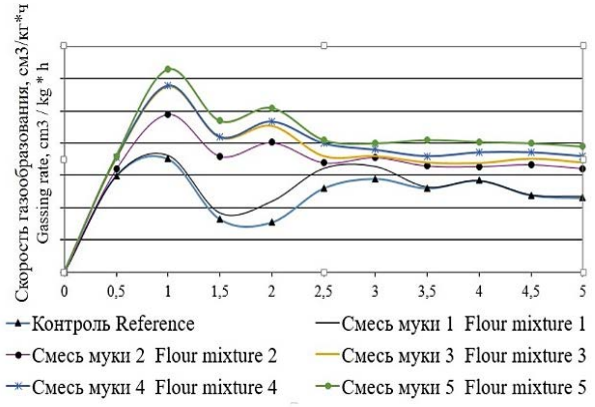


Рисунок 3. Результаты определения газообразующей способности исследуемых образцов муки

Figure 3. The results of determining the gas-forming ability of the samples of flour

Наибольшая характеристика отмечается у смеси муки 4 и 5, но данное количество используемой муки может привести к получению изделий пониженного объема (из-за недостаточного количества клейковины, с липким влажным мякишем, что объясняется повышенной активностью α-амилазы и низким значением ЧП (рисунок 4).

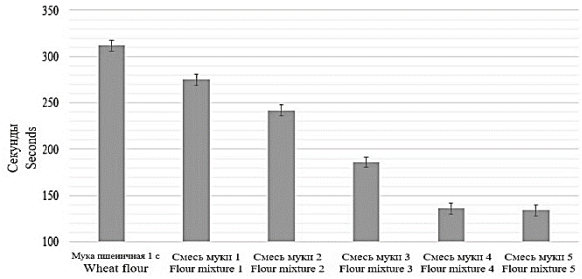


Рисунок 4. Результаты определения ЧП исследуемых образцов муки

Figure 4. The results of determining the number of falling samples of flour

Полученные данные позволяют сказать, что оптимальное значение числа падения (235 ± 15 с) [6] отмечается у смеси муки в соотношении 80:20. Замена 20% сортовой муки на цельносмолотую из пророщенного зерна пшеницы является оптимальной, т. к. данное соотношение позволяет повысить в тесте количество простых сахаров, тем самым интенсифицировать процесс брожения и получить готовые изделия с высокими потребительскими характеристиками (рисунок 5–6).

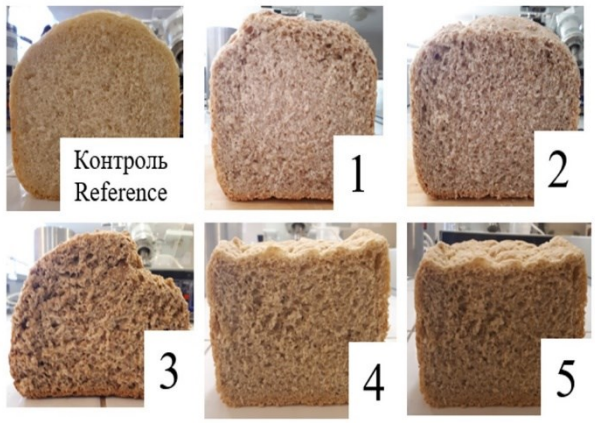


Рисунок 5. Внешний вид модельных образцов хлеба

Figure 5. Appearance of model bread samples

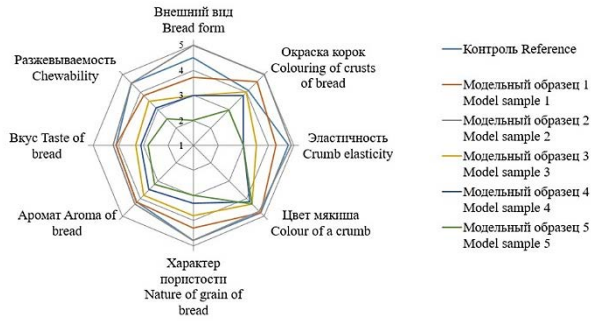


Рисунок 6. Результаты органолептической оценки модельных образцов хлеба

Figure 6. Results of organoleptic evaluation of model bread samples

В результате органолептической оценки модельных образцов было установлено, что максимальное количество баллов имеет образец 2. У него выпуклая корка с приятной характерной окраской (коричневой), эластичный, хорошо разжевываемый мякиш, с равномерной пористостью. Приятный вкус и выраженный аромат. Тогда как образцы под номерами 4 и 5 имеют впалую корку, заниженный объем изделий с липким заминающимся мякишем, что обусловлено повышенной активностью α-амилазы. Образец под номером 3 также отличается пониженным объемом, на поверхности присутствуют подрывы корки, а мякиш можно охарактеризовать как излишне влажный.

Заключение

На основании вышеизложенного можно сказать, что использование цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы как сырьевого компонента, содержащего легкоусвояемые сахара, незаменимые аминокислоты, витамины и минеральные вещества целесообразно и возможно, но при этом необходимо совершенствовать рецептуру и определять оптимальное соотношение вносимого компонента.

Цельносмолотая мука из пророщенного зерна пшеницы является нестандартным сырьем для производства хлебобулочных изделий. Данное сырье имеет разнородность по гранулометрическому составу, значения средневзвешенного размера частиц муки составляют 177 ± 25 мкм.

На основании определения технологических параметров было установлено, что использование цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы повышает сахарообразующую и газообразующую способность смеси муки, интенсифицирует процесс брожения. При этом оказывает незначительное влияние на количество и качество клейковины. Оптимальное значение числа падения было установлено у смеси муки пшеничной хлебопекарной 1-го сорта и цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы в соотношении 80:20 соответственно. Данное соотношение было определено как наилучшее при органолептической оценке пробной лабораторной выпечки образцов хлеба. Модельный образец имел привлекательный внешний вид, выпуклую коричневую равномерную пористость, нелипкий эластичный мякиш, выраженный вкус и аромат. Совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы, возможно путем выбора оптимальной дозировки внесения данного вида сырья и контроля технологических параметров процесса.

Благодарности

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление №211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.A03.21.0011 и при финансовой поддержке государственных заданий № 40.8095.2017/БЧ и гранта РФФИ 18-53-45015.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корячкина С.Я., Лабутина Н.В., Березина Н.А., Хмелёва Е.В. Контроль хлебопекарного производства: учебное пособие для вузов. Орел: ОрелГТУ, 2010. 705 с.

2. Науменко Н.В., Паймулина А.В., Велямов М.Т. Влияние размеров частиц муки из пророщенного зерна на ее технологические свойства и качество готовых изделий // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2019. Т. 7. № 1. С. 40–50. doi: 10.14529/food190105

3. Нилова Л.П., Маркова К.Ю., Чунин С.А., Калинина И.В. и др. Прогноз развития рынка обогащенных хлебобулочных изделий // Товаровед продовольственных товаров. 2011. № 5. С. 25–30.

4. Шестаков С.Д., Красуля О.Н., Богуш В.И., Потороко И.Ю. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции. М.: ГИОРД, 2013. 150 с.

5. Хмелев В.Н., Попова О.В. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве: монография. Барнаул: АлтГТУ, 1997. 160 с.

6. Черных В.Я., Бердышникова О.Н., Жирнова Е.В., Митин В.Ю. Влияние дисперсности пшеничной муки на ее технологические свойства и параметры замеса теста // Хлебопродукты. 2015. № 7. С. 56–58.

7. Hemdane S., Leys S., Jacobs P.J., Dornez E. et al. Wheat milling by-products and their impact on bread making // Food Chemistry. 2015. № 187. P. 280–289. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.04.048

8. Lai C.S., Hoseney R.C., Davis A.B. Effects of wheat bran in breadmaking // Cereal Chemistry. 1989. № 66. P. 217–219.

9. Liu R.H. Whole grain phytochemicals and health // Journal of Cereal Science. 2007. V. 46. № 3. P. 207–219. doi: 10.1016/j.jcs.2007.06.010

10. Moder G.J., Finney K.F., Bruinsma B.L., Ponte J.G. et al. Bread-making potential of straight-grade and whole-wheat flours of Triumph and Eagle-plainsman V hard red winter wheats // Cereal Chemistry. 1984. V. 61. № 4. P. 269–273.

REFERENCES

1 Koryachkina S.Ya., Labutina N.V., Berezina N.A., Khmeleva E.V. Kontrol' khlebopekarnogo proizvodstva: uchebnoye posobiye dlya vuzov [Baking production control: a textbook for universities]. Orel, Orel State Technical University, 2010. 705 p. (in Russian).

2 Naumenko N.V., Paymulin A.V., Velyamov M.T. The effect of particle sizes of flour from germinated grain on its technological properties and the quality of finished products. *Vestnik YUUrGU. Seriya "Pishchevyye i biotekhnologii"* [Bulletin of SUSU. Series "Food and Biotechnology"]. 2019. vol. 7. no. 1. pp. 40–50. doi: 10.14529 / food190105 (in Russian).

3 Nilova L.P., Markova K.Yu., Chunin S.A., Kalinina I.V. et al. Forecast of the development of the market of enriched bakery products. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Commodity expert of food products]. 2011. no. 5. pp. 25–30. (in Russian).

4 Shestakov S.D., Krasulya ON, Bogush V.I., Potoroko I.Yu. Tekhnologiya i oborudovaniye dlya obrabotki pishchevykh sred s ispol'zovaniyem kavitatsionnoy dezintegratsii [Technology and equipment for the treatment of food environments using cavitation disintegration]. Moscow, GIORD, 2013. 150 p. (in Russian).

5 Khmelev V.N., Popova O.V. Mnogofunktsional'nyye ul'trazvukovyye apparaty i ikh primeneniye v usloviyakh malykh proizvodstv, sel'skom i domashnem khozyaystve [Multifunctional ultrasonic devices and their application in small industrial, agricultural and household conditions: a monograph]. Barnaul, AltSTU, 1997. 160 p. (in Russian).

6 Chernykh V.Ya., Berdyshnikova O.N., Zhirnova E.V., Mitin V.Yu. The effect of the dispersion of wheat flour on its technological properties and parameters of the dough kneading. *Khleboprodukty* [Bread products]. 2015. no. 7. pp. 56–58. (in Russian).

7 Hemdane S., Leys S., Jacobs P.J., Dornez E. et al. Wheat milling by-products and their impact on bread making. Food Chemistry. 2015. no. 187. pp. 280–289. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.04.048

8 Lai C.S., Hoseney R.C., Davis A.B. Effects of wheat bran in breadmaking. Cereal Chemistry. 1989. no. 66. pp. 217–219.

9 Liu R.H. Whole grain phytochemicals and health. Journal of Cereal Science. 2007. vol. 46. no. 3. pp. 207–219. doi: 10.1016/j.jcs.2007.06.010

10 Moder G.J., Finney K.F., Bruinsma B.L., Ponte J.G. et al. Bread-making potential of straight-grade and whole-wheat flours of Triumph and Eagle-plainsman V hard red winter wheats. Cereal Chemistry. 1984. vol. 61. no. 4. pp. 269–273.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья В. Науменко к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственные университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, naumenko_natalya@mail.ru

Ирина Ю. Потороко д.т.н., профессор, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, irina_potoroko@mail.ru

Ирина В. Калинина к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, 9747567@mail.ru

Артем В. Малинин магистрант, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, artemmalinin3@gmail.com

Арам В. Цатуров магистрант, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, aram-chel@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Наталья В. Науменко написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Ирина Ю. Потороко, **Ирина В. Калинина** консультация в ходе исследования

Артем В. Малинин, **Арам В. Цатуров** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провели эксперимент, выполнили расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalia V. Naumenko Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, naumenko_natalya@mail.ru

Irina Yu. Potoroko Dr. Sci. (Engin.), professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, irina_potoroko@mail.ru

Irina V. Kalinina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, 9747567@mail.ru

Artem V. Malinin master student, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, artemmalinin3@gmail.com

Aram V. Tsaturov master student, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, aram-chel@mail.ru

CONTRIBUTION

Natalia V. Naumenko wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Irina Yu. Potoroko, Irina V. Kalinina consultation during the study

Artem V. Malinin, **Aram V. Tsaturov** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.20.2019

ACCEPTED 5.18.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.64+664.65

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-114-118

Исследование содержания флавоноидов в обогащенных хлебобулочных изделиях, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения

Ирина В. Калинина [1] 9747567@mail.ru
Ирина Ю. Потороко [1] irina_potoroko@mail.ru
Наталья В. Науменко [1] naumenko_natalya@mail.ru
Артем В. Малинин [1] artemmalinin3@gmail.com
Арам В. Цатуров [1] aram-chel@mail.ru
Ринат И. Фаткуллин [1] 5792687@mail.ru

[1] Южно-Уральский государственный университет (НИУ), пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования ингредиентов растительного происхождения при производстве обогащенных хлебобулочных изделий с целью повышения содержание в них флавоноидов, веществ способных улучшать регуляцию клеточного метаболизма и участвовать в защите организма человека от окислительного стресса. В рамках решения вопросов повышения количества флавоноидов в составе пищевой матрицы хлеб и хлебобулочные изделия являются наиболее оптимальными, т.к. имеют сложную пищевую матрицу и содержат все макронутриенты в разных соотношениях. При регулярном потреблении хлебобулочных изделий, они могут стать реальным инструментом восполнения недостающих в рационе питания человека микронутриентов или быть источником биологически активных веществ направленного действия. В рамках исследований изучалось два направления: использование технологии обогащения пищевыми ингредиентами, богатыми флавоноидами (дигидрокверцитин и его микронизированная форма) и увеличение содержания флавоноидов за счет собственных ресурсов зерна (цельносмолотая мука из пророщенного зерна пшеницы). Наиболее высокое количество флавоноидов было отмечено в образцах хлеба, как с добавкой ДГК, так и микронизированного ДГК, значения количества флавоноидов увеличилось относительно контроля 0,167±0,002 мг EQ/г и 0,195±0,004 мг EQ/г соответственно. Причем их содержание практически не отличается по количеству как в корке и подкорковом слое, так и в мякише образцов хлеба. Использование цельносмолотой муки из пророщеного зерна пшеницы также приводит к повышению количества флавоноидов как в корке и подкорковом слое, так и в мякише образцов хлеба. Данное значение повышается согласно проценту вносимой цельносмолотой муки и обусловлено содержанием в ней флавоноидов (0,14±0,002 мг EQ /г).

Ключевые слова: обогащение хлеба и хлебобулочных изделий, флавоноиды, дигидрокверцитин, пророщенное зерно пшеницы

Investigation of the content of flavonoids in fortified bakery products obtained using ingredients of plant origin

Irina V. Kalinina [1] 9747567@mail.ru
Irina Yu. Potoroko [1] irina_potoroko@mail.ru
Natalia N. Naumenko [1] naumenko_natalya@mail.ru
Artem V. Malinin [1] artemmalinin3@gmail.com
Aram V. Tsaturov [1] aram-chel@mail.ru
Rinat I. Fatkullin [1] 5792687@mail.ru

[1] South Ural State University (NRU), Lenin Av., 76, Chelyabinsk, 454080, Russia

Abstract. The article considers the possibility of using ingredients of plant origin in the production of enriched bakery products in order to increase the content of flavonoids in them, substances capable of improving the regulation of cellular metabolism and participate in protecting the human body from oxidative stress. As part of solving the issues of increasing the amount of flavonoids in the composition of the food matrix, bread and bakery products are the most optimal, because have a complex food matrix and contain all macronutrients in different ratios. With regular consumption of bakery products, they can become a real tool for replenishing micronutrients missing in the human diet or be a source of biologically active substances of directional action. As part of the research, two areas were studied: the use of enrichment technology with food ingredients rich in flavonoids (hygroquercithin and its micronized form) and an increase in the content of flavonoids at the expense of its own grain resources (whole-wheat flour from germinated wheat grain). The highest amount of flavonoids was observed in bread samples, both with the addition of DHA and micronized DHA, the number of flavonoids increased relative to the control 0.167 ± 0.002 mg EQ / g and 0.195 ± 0.004 mg EQ / g, respectively. Moreover, their content practically does not differ in quantity both in the crust and the subcortical layer, and in the crumb of bread samples. The use of whole-grain flour from sprouted wheat grain also leads to an increase in the amount of flavonoids both in the rind and subcortical layer, and in the crumb of bread samples. This value increases according to the percentage of whole-grain flour applied and is due to the content of flavonoids in it (0.14 ± 0.002 mg EQ / g).

Keywords: enrichment of bread and bakery products, flavonoids, dihydroquercetin, wheat germinated grain

Для цитирования

Калинина И.В., Потороко И.Ю., Науменко Н.В., Малинин А.В., Цатуров А.В., Фаткуллин Р.И. Исследование содержания флавоноидов в обогащенных хлебобулочных изделиях, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 114–118. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-114-118

For citation

Kalinina I.V., Potoroko I.Yu., Naumenko N.N., Malinin A.V., Tsaturov A.V., Fatkullin R.I. Investigation of the content of flavonoids in fortified bakery products obtained using ingredients of plant origin. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 114–118. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-114-118

Введение

Флавоноиды представляют собой полифенольные соединения, продуцируемые растениями и доставляемые в организм человека посредством пищи. Несмотря на то что эпидемиологический анализ не выявил простую взаимосвязь между потреблением флавоноидов и здоровьем, лабораторными исследованиями и клиническими испытаниями ясно демонстрируется эффективность флавоноидов в профилактике сердечно-сосудистых, канцерогенных, нейродегенеративных, иммунных, а также других заболеваний. В настоящее время хорошо известна способность флавоноидов улучшать регуляцию клеточного метаболизма и участвовать в защите организма человека от окислительного стресса.

Некоторые биофизические аспекты влияния флавоноидов на здоровье человека остаются до сих пор неясными. В отличие от общепризнанных витаминов дефицит флавоноидов в пище не приводит к развитию синдрома выраженного дефицита. Поэтому первоначально присвоенный флавоноидам статус витаминов (витамин Р) позже был сведен к «витаминоподобным веществам» [5].

Привлекательность флавоноидов состоит в их положительном влиянии на здоровье человека и терапевтическом потенциале их синтетических производных, включая мощные противовоспалительные, антиканцерогенные, противовирусные, противопаразитарные и бактерицидные химические вещества.

Следует отметить, что флавоноиды и их химические производные часто менее токсичны и обнаруживают более низкие побочные эффекты, чем производные, полученные из других природных соединений. Тем не менее, подобно любому химическому веществу, флавоноиды могут наносить вред при высоких дозах, хотя побочные эффекты их приема не были широко изучены [4]. Излишнее потребление флавоноидов, которые часто предлагаются аптеками, должно быть предметом беспокойства [5, 6].

Из-за медицинского использования флавоноидов в последнее время наблюдается значительное увеличение исследований их влияния на здоровье человека. В течение последних двух десятилетий количество исследований в этой области увеличилось примерно в 10 раз и теперь достигает более 5000 публикаций в год.

В рамках решения вопросов биодоступности флавоноидов в составе пищевой матрицы хлеб и хлебобулочные изделия являются, на наш взгляд, наиболее приемлемыми. Изделия данной группы товаров имеют сложную пищевую матрицу, одновременно содержат все макронутриенты в разных соотношениях (углеводы 40–50%, белки 6–9%, липиды 1–3%), которые претерпевают многообразные физико-химические и биохимические превращения в процессе технологии производства.

При регулярном потреблении хлебобулочных изделий они могут стать реальным инструментом восполнения недостающих в рационе питания человека микронутриентов или быть источником БАВ направленного действия [7–10].

Именно это определило направление исследований – поиск путей обогащения хлебобулочных изделий флавоноидами растительного происхождения.

Материалы и методы

Базовой (используемой для контрольного образца) рецептурой исследуемых образцов хлебобулочных изделий была выбрана рецептура хлеба пшеничного из муки 1-го сорта, полученного безопарным способом. Пробную лабораторную выпечку проводили согласно ГОСТ 27669–88. Готовые образцы хлеба оценивались через 3 ч после выпечки. Пробная лабораторная выпечка хлеба массой 500 г проводилась при температуре 200 °С.

В рамках исследований изучалось два направления: использование технологии обогащения пищевыми ингредиентами, богатыми флавоноидами, и увеличение содержания флавоноидов за счет собственных ресурсов зерна.

В качестве пищевого ингредиента растительного происхождения, богатого флавоноидами, был выбран дигидрокверцитин (ДГК). В РФ дигидрокверцетин разрешен к применению, рекомендуемые нормы его потребления установлены Федеральным центром гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. Суточная доза потребления флавоноидов согласно МР 2.3.1.2432–08 составляет 250 мг, для детей 150–250 мг. Согласно МР 2.3.1.1915–04 рекомендуемая суточная доза флавоноидов составляет 85–120 мг, а ДГК 25–100 мг в день. Вместе с тем проблематика использования ДГК в пищевой отрасли и биомедицине обусловлена его низкой растворимостью и биодоступностью. По этой причине в качестве метода повышения растворимости и биодоступности ДГК была использована его микронизация на основе ультразвукового воздействия.

Для ультразвукового воздействия (УЗВ) был использован акустический источник упругих колебаний ультразвуком – прибор «Волна» модель УЗТА–0,4/22-ОМ при частоте

(22 ± 1,65) кГц [2, 3]. Предварительно готовился 0,1%-ный раствор ДГК, который подвергался ультразвуковому воздействию при мощности 576 Вт, времени воздействия 18–20 мин в соответствующих режимах в охлаждающей рубашки, контроле температуры – не более 40 °С.

Для проращивания использовали зерно пшеницы сорта Любава, выращенное в степной зоне Челябинской области. Интенсификацию процесса проращивания также проводили с использованием прибора «Волна», зерно обрабатывали на акустическом источнике упругих колебаний при частоте (22 ± 1,65) кГц и мощности 340 Вт, продолжительность воздействия 5 мин. Проращивание осуществлялось при контроле длительности процессов замачивания (6–8 ч) и проращивания (12–14 ч) до величины ростка 1,0–1,5 мм), затем зерно высушивалось до влажности 12–14%, измельчалось на мельнице Brabender Break Mill SM3 и в виде цельносмолотой муки вводилось в качестве зерновой добавки в исследуемые образцы хлеба (средневзвешенный размер частиц – 177 ± 25 мкм).

Образец 1 – хлеб из пшеничной муки, полученный с дополнительным внесением 0,05% к массе муки ДГК;

образец 2 – хлеб из пшеничной муки, полученный с дополнительным внесением микронизированного УЗВ дигидрокверцитина из расчета 0,045% к массе муки;

образец 3 – хлеб из пшеничной муки, полученный с добавлением путем частичной замены цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы в соотношении 90:10 соответственно;

образец 4 – хлеб из пшеничной муки, полученный с добавлением путем частичной замены цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы в соотношении 80:20 соответственно;

образец 5 – хлеб из пшеничной муки, полученный с добавлением путем частичной замены цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы в соотношении 70:30 соответственно.

Общее содержание флавоноидов определяли согласно методике описанной Eberhardt [8]. Для этого 0,075 мл 5%-ного $NaNO_2$ смешивали с 0,5 мл образца (этанольный экстракт, разбавленный 1 мл воды). Через 6 мин добавляли 0,15 мл 10%-ного раствора $AlCl_3$ и смесь оставляли стоять в течение еще 5 мин. Затем добавляли 0,5 мл 1 М NaOH и доводили объем до 2,5 мл дистиллированной водой. Абсорбцию измеряли при 510 нм сразу после смешивания. Результаты выражали в мг EQ/г продукта (в пересчете на кверцитин) [7].

Результаты и обсуждение

Исторически сложилось и до сих пор остается незыблемым, что хлеб и хлебобулочные изделия являются одними из основных продуктов питания большинства людей. Хлеб уникален по природе, он выгодно отличается своей «неприедаемостью», хорошей перевариваемостью и усвояемостью от других продуктов питания. Являясь источником энергии и ряда питательных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма, хлеб одновременно имеет огромное психофизиологическое значение. Приоритетное значение хлебобулочных изделий в питании населения обусловлено также ценовой доступностью.

Доля хлебобулочных изделий в рационах питания населения зависит от привычек, социальных факторов и экономических возможностей, но в среднем составляет 20–25% от общей массы потребляемой пищи [4]. Рекомендуемые нормы потребления хлеба взрослым человеком составляют 250 г в сутки, что позволяет в среднем получить более 500 ккал и удовлетворить около 25% энергоемкости суточного рациона.

Контроль общего содержания флавоноидов в изделиях данной группы товаров необходим, на наш взгляд, поскольку методическими рекомендациями МР 2.3.1.2432–08 установлены рекомендуемые уровни потребления веществ данной группы (для взрослых – 250 мг/сут, для детей 7–18 лет – от 150 до 250 мг/сут). Результаты определения флавоноидов в исследуемых образца представлены на рисунках 1 и 2.

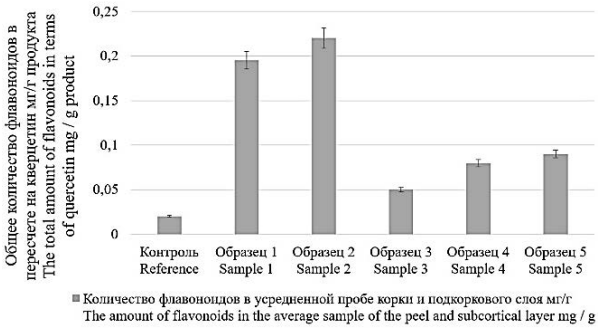


Рисунок 1. Результаты количественного определения флавоноидов в усредненных пробах корки и подкорковом слое хлебобулочных изделий (мг EQ/г)

Figure 1. Results of the quantitative determination of flavonoids in the average samples of the peel and the subcortical layer of bakery products (mg EQ/g)

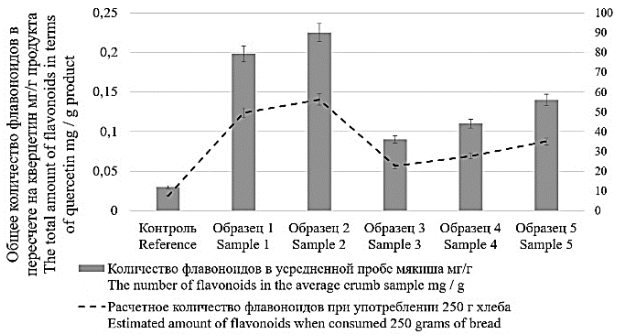


Рисунок 2. Результаты количественного определения флавоноидов в усредненных пробах мякиша хлебобулочных изделий (мг EQ/г) в сопоставлении с расчетным количеством (при употреблении 250 г хлеба)

Figure 2. Results of the quantitative determination of flavonoids in the average crumb samples of bakery products (mg EQ/g) in comparison with the calculated amount (when eating 250 g of bread)

Полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее высокое количество флавоноидов было отмечено в образцах хлеба как с добавкой ДГК, так и микронизированного ДГК, значение количества флавоноидов увеличилось относительно контроля $0{,}167 \pm 0{,}002$ мг EQ/г и $0{,}195 \pm 0{,}004$ мг EQ/г соответственно. Причем их содержание практически не отличается по количеству как в корке и подкорковом слое, так и в мякише образцов хлеба. Возможно, это можно объяснить достаточно высокой температурой плавления самой молекулы ДГК (222–226 °С). Процесс микронизации позволяет повысить растворимость данного компонента, что обеспечивает его более полное встраивание в пищевую матрицу теста и минимизирует потери в результате проведения технологического процесса.

Использование цельносмолотой муки из пророщеного зерна пшеницы также приводит к повышению количества флавоноидов как в корке и подкорковом слое, так и в мякише образцов хлеба. Данное значение повышается согласно проценту вносимой цельносмолотой муки и обусловлено содержанием в ней флавоноидов ($0{,}14 \pm 0{,}002$ мг EQ/г). Что говорит о возможности использования данного сырьевого компонента для обогащения хлеба и хлебобулочных изделий.

Заключение

На основании вышеизложенного можно сказать, что использование ингредиентов растительного происхождения при производстве обогащенных хлебобулочных изделий позволяет увеличить содержание в них флавоноидов. Наибольшее количество можно отметить при использовании пищевых ингредиентов, богатых флавоноидами (в данном случае ДГК), но также положительный эффект наблюдается при проращивании зерна за счет его собственных ресурсов. Применение УЗВ позволяет получить микронизированный ДГК, что минимизирует его количественные потери во время проведения технологических процессов, а также интенсифицировать процесс проращивания зерна пшеницы и накопления флавоноидов.

В целом, следует отметить, что фактическое количество флавоноидов в модульных образцах не превышало расчетного максимального значения, что указывает на адекватность рецептур с точки зрения установленных рекомендуемых норм потребления и может быть использовано при разработке новых видов изделий.

Благодарности

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.A03.21.0011 и при финансовой поддержке государственных заданий № 40.8095.2017/БЧ и гранта РФФИ 18–53–45015.

ЛИТЕРАТУРА

1 Нилова Л.П., Маркова К.Ю., Чунин С.А., Калинина И.В. и др. Прогноз развития рынка обогащенных хлебобулочных изделий // Товаровед продовольственных товаров. 2011. № 5. С. 25–30.

2 Шестаков С.Д., Красуля О.Н., Богуш В.И., Потороко И.Ю. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции. М.: ГИОРД, 2013. 150 с.

3 Хмелев В.Н., Попова О.В. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве: монография. Барнаул: АлтГТУ, 1997. 160 с.

4 Dykes L., Rooney L.W. Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits // Cereal Food World. 2007. V. 52. № 3. P. 105–111.

5 Eberhardt M.V., Lee C.Y., Liu R.H. Antioxidant activity of fresh apples // Nature. 2000. V. 405. P. 903–904.

6 García-Lafuente A., Guillamín E., Villares A., Rostagno M.A., Martínez J.A. Flavonoids as anti-inflammatory agents: implications in cancer and cardiovascular disease // Inflammation Research. 2009. V. 58. № 9. P. 537–552. doi: 10.1007/s00011-009-0037-3

7 Holtekjolen A.K., Kinitz C., Knutsen S.H. Flavanol and bound phenolic acid contents in different barley varieties // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006. V. 54. № 6. P. 2253–2260. doi: 10.1021/jf052394p

8 Žilić S., Hadži-Tašković Šukalović V., Dodig D., Maksimović V. et al. Antioxidant activity of small grain cereals caused by phenolics and lipid soluble antioxidants // Journal of Cereal Science. 2011. V. 54. № 3. P. 417–424. doi: 10.1016/j.jcs.2011.08.006

9 Parhiz H., Roohbakhsh A., Soltani F., Rezaee R. et al. Antioxidant and anti-inflammatory properties of the citrus flavonoids hesperidin and hesperetin: an updated review of their molecular mechanisms and experimental models // Phytotherapy Research. 2015. V. 29. № 3. P. 323–331. doi: 10.1002/ptr.5256

10 Vinayagam R., Xu B. Antidiabetic properties of dietary flavonoids: a cellular mechanism review // Nutrition & metabolism. 2015. V. 12. № 1. P. 60. doi: 10.1186/s12986-015-0057-7

REFERENCES

1 Nilova L.P., Markova K.Yu., Chunin S.A., Kalinina I.V. et al. Forecast of the development of the market of enriched bakery products. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Commodity expert of food products]. 2011. no. 5. pp. 25–30. (in Russian).

2 Shestakov S.D., Krasulya O.N., Bogush V.I., Potoroko I.Yu. Tekhnologiya i oborudovaniye dlya obrabotki pishchevykh sred s ispol'zovaniyem kavitatsionnoy dezintegratsii [Technology and equipment for the treatment of food environments using cavitation disintegration]. Moscow, GIORD, 2013. 150 p. (in Russian).

3 Khmelev V.N., Popova O.V. Mnogofunktsional'nyye ul'trazvukovyye apparaty i ikh primeneniye v usloviyakh malykh proizvodstv, sel'skom i domashnem khozyaystve [Multifunctional ultrasonic devices and their application in small industrial, agricultural and household conditions: a monograph]. Barnaul, AltSTU, 1997. 160 p. (in Russian).

4 Dykes L., Rooney L.W. Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. Cereal Food World. 2007. vol. 52. no. 3. pp. 105–111.

5 Eberhardt M.V., Lee C.Y., Liu R.H. Antioxidant activity of fresh apples. Nature. 2000. vol. 405. pp. 903–904.

6 García-Lafuente A., Guillamín E., Villares A., Rostagno M.A., Martínez J.A. Flavonoids as anti-inflammatory agents: implications in cancer and cardiovascular disease. Inflammation Research. 2009. vol. 58. no. 9. pp. 537–552. doi: 10.1007/s00011-009-0037-3

7 Holtekjolen A.K., Kinitz C., Knutsen S.H. Flavanol and bound phenolic acid contents in different barley varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006. vol. 54. no. 6. pp. 2253–2260. doi: 10.1021/jf052394p

8 Žilić S., Hadži-Tašković Šukalović V., Dodig D., Maksimović V. et al. Antioxidant activity of small grain cereals caused by phenolics and lipid soluble antioxidants. Journal of Cereal Science. 2011. vol. 54. no. 3. pp. 417–424. doi: 10.1016/j.jcs.2011.08.006

9 Parhiz H., Roohbakhsh A., Soltani F., Rezaee R. et al. Antioxidant and anti-inflammatory properties of the citrus flavonoids hesperidin and hesperetin: an updated review of their molecular mechanisms and experimental models. Phytotherapy Research. 2015. vol. 29. no. 3. pp. 323–331. doi: 10.1002/ptr.5256

10 Vinayagam R., Xu B. Antidiabetic properties of dietary flavonoids: a cellular mechanism review. Nutrition & metabolism. 2015. vol. 12. no. 1. pp. 60. doi: 10.1186/s12986-015-0057-7

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина В. Калинина к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственные университет, пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, 9747567@mail.ru

Ирина Ю. Потороко д.т.н., профессор, пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, irina_potoroko@mail.ru

Наталья В. Науменко к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, naumenko_natalya@mail.ru

Артем В. Малинин магистрант, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, artemmalinin3@gmail.com

Арам В. Цатуров магистрант, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина,76, г. Челябинск, 454080, Россия, aram-chel@mail.ru

Ринат И. Фаткуллин к.т.н., кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, 5792687@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.05.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 07.06.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina V. Kalinina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, 9747567@mail.ru

Irina Yu. Potoroko Dr. Sci. (Engin.), professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, irina_potoroko@mail.ru

Natalia N. Naumenko Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, naumenko_natalya@mail.ru

Artem V. Malinin master student, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, artemmalinin3@gmail.com

Aram V. Tsaturov master student, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, aram-chel@mail.ru

Rinat I. Fatkullin Cand. Sci. (Engin.), food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, 5792687@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.20.2019

ACCEPTED 6.7.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.1.03:577.15

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-119-124

Состояние пищевой системы диффузионного сока из инфицированной слизистым бактериозом сахарной свеклы при введении ферментных препаратов гликозидазного действия

Любовь И. Беляева [1] info@rniisp.ru
Алла В. Остапенко [1] th@rniisp.ru
Валентина Н. Лабузова [1] lvn85@mail.ru
Татьяна И. Сысоева [1] th@rniisp.ru

[1] НИИ сахарной промышленности, Курский ФАНЦ, ул. Карла Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия

Аннотация. В технологии сахара степень извлечения сахарозы из сахарной свеклы во многом определяется состоянием пищевой системы диффузионного сока, формируемой в процессе экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки. Показаны потенциально возможные состояния пищевой системы диффузионного сока, получаемой из здоровой и инфицированной сахарной свеклы в условиях оптимального технологического режима и применяемых технологических вспомогательных средств. Отмечено, что пищевая система из инфицированной слизистым бактериозом сахарной свеклы проявляет склонность к неустойчивости из-за накопления в ней трудноудаляемых полисахаридных высокомолекулярных соединений – декстрана и левана, эффективным способом удаления которых являются ферментные препараты гликозидазного действия (декстраназа и леваназа). Изучено состояние пищевой системы диффузионного сока из сахарной свеклы степенью поражения слизистым бактериозом 5 и 10% на основе моделирования технологических процессов экстрагирования сахарозы и известково-углекислотной очистки диффузионного сока путем диагностирования репрезентативных показателей. В качестве применяемых технологических вспомогательных средств использовали комплексный ферментно-антисептирующий препарат Декстрасепт 2, содержащий декстраназу и леваназу; пеногаситель Лапрол ПС-1; антимикробное средство Нависан М1. Выявлено, что введение указанных ферментных препаратов в пищевую систему диффузионного сока способствует переводу ее в устойчивое состояние при наилучших значениях показателей: содержание высокомолекулярных соединений было ниже на 42–44%; чистота выше на 2,5–2,6%; динамическая вязкость на 10–15% ниже в сравнении с вариантами без применения ферментных препаратов. Указанное обусловлено гидролизующим действием ферментных препаратов, подтверждающимся результатами микроскопирования клеточного и диффузионного соков. Устойчивое состояние пищевой системы диффузионного сока способствовало улучшению показателей качества очищенных соков.

Ключевые слова: пищевая система диффузионного сока, инфицированная сахарная свекла, слизистый бактериоз, ферментный препарат гликозидазного действия, состояние

The state of the food system of diffusion juice of sugar beet infected by mucous bacteriosis with the introduction of enzyme preparations of glycosidase action

Lyubov I. Belyaeva [1] info@rniisp.ru
Alla V. Ostapenko [1] th@rniisp.ru
Valentina N. Labusowa [1] lvn85@mail.ru
Tatyana I. Sysoeva [1] th@rniisp.ru

[1] Research Institute of Sugar Industry Kursk FARC, Karl Marx str., 63, Kursk, 305029, Russia

Abstract. In sugar technology, the degree of sucrose extraction from sugar beet is largely determined by the state of the food system of diffusion juice formed during the extraction of sucrose from beet chips. Potential states of the food system of diffusion juice obtained from healthy and infected sugar beet under the condition of optimal technological regime and technological aids used are shown. It is noted that the food system of the diffusion juice from the infected with mucous bacteriosis sugar beets shows a tendency to instability due to the accumulation in it of hard removable polysaccharide high-molecular compounds - dextran,Levan ,effective way to remove which are enzyme preparations of glycosidase action (dextranase and Lebanese). The state of the food system of the diffusion juice from sugar beets with the extent of mucous bacteriosis lesions of 5 and 10% is studied, based on the modeling of technological processes of sucrose extraction and lime-carbon dioxide purification of diffusion juice by means of diagnosing representative indicators. As used auxiliary substances used complex enzyme-antiseptirujut drug Extrasept 2, containing dextranase and Levanzo; antifoam Laprol PS-1; antimicrobial agent Navisan M1. It is identified that the introduction of the specified enzyme preparations into the food system of the diffusion juice promotes its transfer into stable state with the best values of the parameters: the content of high molecular compounds were lower by 42–44%; the purity was higher by 2,5–2,6%; dynamic viscosity by 10–15% lower as compared to the variants without application of enzyme preparations. This is due to the hydrolyzing effect of enzyme preparations, confirmed by the results of the microscopy of cellular and diffusion juices. Stable state of the food system of diffusion juice contributed to the improvement of the quality indicators of the purified juices.

Keywords: food system of diffusion juice, infected sugar beet, mucous bacteriosis, enzyme preparation of glycosidase action, state

Для цитирования

Беляева Л.И., Остапенко А.В., Лабузова В.Н., Сысоева Т.И. Состояние пищевой системы диффузионного сока из инфицированной слизистым бактериозом сахарной свеклы при введении ферментных препаратов гликозидазного действия // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 119–124. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-119-124

For citation

Belyaeva L.I., Ostapenko A.V., Labuzowa V.N., Sysoeva T.I. The state of the food system of diffusion juice of sugar beet infected by mucous bacteriosis with the introduction of enzyme preparations of glycosidase action. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 119–124. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-119-124

Введение

Пищевая система диффузионного сока представляет собой сложную поликомпонентную дисперсную систему, формируемую на начальном этапе технологии сахара – в процессе экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки. Именно ее состоянием определяется степень извлечения сахарозы из сырья, а также эффективность протекания последующих этапов от известково-углекислотной очистки диффузионного сока до получения белого сахара.

Химический состав формируемой пищевой системы диффузионного сока представлен целевым компонентом – сахарозой и несахарами: низкомолекулярными соединениями (редуцирующие вещества, аминокислоты, соли органических и неорганических кислот и др.); веществами коллоидной дисперсности, которые находятся в основном в форме высокомолекулярных соединений (ВМС) – белковые, пектиновые вещества, продукты их распада, красящие вещества, полисахариды [1]. Последние относятся к трудноудаляемым, обусловливающим проблемную работу технологической линии и ухудшающим потребительские свойства белого сахара. Данная пищевая система характеризуется определенными свойствами, среди которых с точки зрения оценки ее состояния важное место занимают микробиологические и реологические, способность к пенообразованию и газовыделению.

Пищевые системы диффузионного сока, формируемые из здоровых и инфицированных корнеплодов, характеризуются различными возможными состояниями. Так, пищевая система диффузионного сока, формируемая из здоровых корнеплодов сахарной свеклы в условиях оптимального технологического режима и применяемых технологических вспомогательных средств (ТВС) (антимикробные средства и пеногасители), проявляет склонность к стабильности. Отсутствие в ней развитой микрофлоры, сильного пенения и газообразования способствуют нахождению ее в устойчивом состоянии, что позволяет минимизировать разложение сахарозы и накопление в диффузионном соке трудноудаляемых несахаров. В итоге имеет место полное выполнение технологической задачи процесса экстрагирования – максимальная степень извлечения сахарозы при минимальном переходе несахаров и потерях сахарозы, чистота диффузионного сока находится на уровне 90–92%.

Состояние пищевой системы диффузионного сока, формируемой из инфицированной сахарной свеклы, отличается от вышеобозначенной. Изначальная контаминация корнеплодов микроорганизмами негативно влияет на состав клеточного сока, увеличивая в нем содержание нехарактерных для здоровой свеклы трудноудаляемых ВМС и продуктов гидролиза сахарозы [2]. Инфицирование продолжает активно развиваться в благоприятных условиях процессов транспортирования, мойки корнеплодов, получения из них свекловичной стружки. В условиях оптимального технологического режима процесса экстрагирования сахарозы и применяемых ТВС формируемая пищевая система из такой сахарной свеклы проявляет склонность к дальнейшему увеличению микробиальной зараженности, активному пенению и газовыделению, накоплению трудноудаляемых несахаров, повышающих вязкость, т. е. для ее потенциально возможного состояния должна быть характерна неустойчивость.

Микрофлора инфицированной сахарной свеклы весьма разнообразна [3]. Наиболее технологически опасными считаются бактерии рода *Leuconostoc mesenteroides* и *Leuconostoc dextranicum*, вызывающие слизистый бактериоз, продуктами жизнедеятельности которых являются полисахаридные ВМС с гликозидными связями декстран и леван – слизевые вещества. Молекулы декстрана построены из остатков D-глюкозы с доминирующим типом гликозидной связи α (1→6) и α (1→3); молекулы левана состоят из D-фруктофуранозных остатков, соединенных β (2→6) и α (2→6) гликозидными связями. Известным и эффективным способом удаления этих полисахаридов являются энзимы гликозидазного действия декстраназа и леваназа, разрушающе действующие на гликозидную связь, в результате происходит распад (гидролиз) полисахаридных ВМС до низкомолекулярных соединений [4].

Ферментные препараты класса декстраназ давно применяются на зарубежных сахарных заводах при переработке сахарной свеклы, пораженной слизистым бактериозом [5–7].

На отечественных сахарных заводах только в последние годы сложился ряд значимых факторов, обусловивших необходимость применения ферментных препаратов в производстве белого свекловичного сахара [8]. При этом подход к созданию самих препаратов учитывал изменившийся микробный профиль и соответственно компонентный состав инфицированной сахарной свеклы современных гибридов, особенности процесса экстрагирования сахарозы и современные тенденции развития ассортиментной линейки ТВС. В результате на отечественных предприятиях отрасли при переработке инфицированной сахарной свеклы в настоящее время

применяют комплексные ферментно-антисептирующие препараты (Декстрасепт 1, Декстрасепт 2, Дефеказа, Фильтраза), представляющие собой композиции из энзимов – декстраназы, леваназы, фитазы и антимикробного средства [9, 10]. При использовании указанных препаратов отмечается снижение уровня пенообразования, повышение скорости фильтрования соков; сокращение потерь сахара и улучшение его качества. Однако одновременно с этим не выявлены конкретные изменения состояния пищевой системы диффузионного сока, формируемой с применением указанных ферментных препаратов.

Цель исследований заключалась в изучении состояния пищевой системы диффузионного сока, полученной из инфицированной слизистым бактериозом сахарной свеклы, с позиций применения ферментных препаратов гликозидазного действия.

Материалы и методы

Объектом исследований являлась пищевая система диффузионного сока, полученная из корнеплодов сахарной свеклы разной степени инфицирования слизистым бактериозом.

Состояние пищевой системы диффузионного сока изучали на основе моделирования локальных технологических процессов экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки и известково-углекислотной очистки диффузионного сока. В качестве источника ферментных препаратов гликозидазного действия использовали ферментно-антисептирующий препарат Декстрасепт 2, содержащий энзимы гликозидазного действия – декстраназу, леваназу и антимикробное вещество; в качестве применяемых ТВС – антимикробное средство Нависан М1, пеногаситель Лапрол ПС-1.

Схема опытов включала 4 варианта: 1, 2 (контроль) – с введением пеногасителя и антимикробного средства, степень поражения корнеплодов слизистым бактериозом 5 и 10%; 3, 4 – с введением пеногасителя, антимикробного средства и ферментных препаратов (препарат Декстрасепт 2), степень поражения корнеплодов слизистым бактериозом 5 и 10%. Дозы и точки ввода применяемых средств употреблены согласно технологической документации по их применению.

Показатели клеточных соков корнеплодов сахарной свеклы степенью поражения слизистым бактериозом 5 и 10% имели следующие средние значения: pH – 5,8 и 5,6; чистота – 85,2 и 84,3%; содержание ВМС – 5,16 и 5,92% к массе сухих веществ (СВ); степень инфицированности слизистым бактериозом – вторая и третья.

Состояние пищевой системы в опытах диагностировали на основе обоснованных пороговых значений выбранных репрезентативных показателей диффузионного сока: pH – 5,8–6,2; содержание молочной кислоты – менее 150 мг/кг сока; высота столба пены – менее 15 см; содержание ВМС – менее 2,5% к массе СВ; чистота – более 88,0%. Достижение диапазонов пороговых значений в диффузионном соке отражало устойчивое состояние пищевой системы, отклонение от оптимальных значений свидетельствовало о неустойчивом состоянии пищевой системы.

Оценку степени инфицированности клеточного и диффузионного соков слизистым бактериозом проводили методом микроскопирования окрашенного мазка “раздавленная капля” [10]; реологические свойства диффузионного сока определяли по динамической вязкости с использованием вискозиметра Гепплера; показатели клеточного, диффузионного и очищенного соков – по общепринятым методикам.

Результаты и обсуждение

Средние значения репрезентативных показателей состояния пищевой системы диффузионного сока по вариантам опыта представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Репрезентативные показатели пищевой системы диффузионного сока, полученной из инфицированной слизистым бактериозом сахарной свеклы, по вариантам опыта (средние значения)

Table 1.

Representative indicators of the food system of diffusion juice obtained from sugar beet infected with mucous bacteriosis, according to the variants of the experiment (average values)

Опыт Experiment	pH	Чистота, % Purity, %	Высота столба пены, см Height of foam column, cm	Содержание молочной кислоты, мг/кг сока Content of lactic acid, mg/kg of juice	Содержание ВМС, % к массе СВ Content of high-molecular compounds, % by weight of dry basis	Состояние пищевой системы State of the food system
1	5,6	86,6	16,1	105	3,86	Неустойчивое | Unstable
2	5,5	85,5	17,4	124	4,12	Неустойчивое | Unstable
3	6,2	89,1	13,6	57	2,15	Устойчивое | Stable
4	5,9	88,1	14,2	61	2,41	Устойчивое | Stable

Представленные данные свидетельствуют о разном состоянии пищевой системы диффузионного сока, полученной из инфицированной слизистым бактериозом сахарной свеклы в условиях оптимального технологического режима с применением традиционных ТВС (антимикробного средства, пеногасителя) и с дополнительно введенными ферментными препаратами гликозидазного действия.

Как видно из таблицы 1, все значения репрезентативных показателей диффузионного сока контрольных вариантов (варианты 1 и 2), кроме содержания молочной кислоты, находятся за пределами пороговых значений, что обусловлено нахождением пищевой системы в неустойчивом состоянии. Считаем, причиной явилось продолжающееся развитие слизеобразующей бактериальной микрофлоры в процессе экстрагирования, сопровождающееся увеличением содержания молочной кислоты, снижением pH и чистоты, повышением ВМС (за счет вновь образующихся полисахаридов – декстрана и левана) в сравнении с клеточным соком.

Введение в пищевую систему диффузионного сока дополнительно ферментных препаратов гликозидазного действия (варианты 3 и 4) способствовало растворению (разрушению) слизистых веществ (полисахаридов), окружающих бактериальные клетки, предоставив свободный доступ антимикробному средству к воздействию на них. Также и пеногаситель выполнял свое функциональное действие. Указанное обеспечило перевод пищевой системы вариантов 3 и 4 в устойчивое состояние, что подтверждается оптимальными значениями репрезентативных показателей диффузионного сока. При этом содержание ВМС снизилось на 42–44%, а чистота увеличилась на 2,5–2,6% в сравнении с контрольными вариантами.

Гидролизующее действие ферментных препаратов гликозидазного действия способствовало улучшению реологических свойств пищевой системы диффузионного сока: динамическая вязкость в варианте 3 в сравнении с контролем (вариант 1) была ниже на 15%; в варианте 4 – на 10% в сравнении с вариантом 2 (рисунок 1).

На гидролизующее действие ферментных препаратов указывают результаты микроскопирования клеточного и диффузионного соков по вариантам опыта (рисунок 2). Наименьшее количество полисахаридных слизевых веществ наблюдалось в диффузионном соке, полученном в вариантах 3 и 4 с применением ферментных препаратов, наибольшее – в диффузионном соке в вариантах 1 и 2 без их применения. Увеличенное количество полисахаридных слизевых веществ в диффузионном соке без применения ферментных препаратов в сравнении с клеточным соком подтверждает вышеобозначенную причину неустойчивости пищевой системы (развитие бактериальной микрофлоры) этих вариантов.

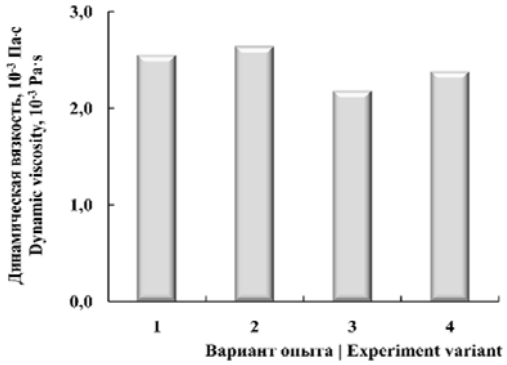


Рисунок 1. Динамическая вязкость диффузионного сока по вариантам опыта

Figure 1. Dynamic viscosity of the diffusion juice by experiment variants

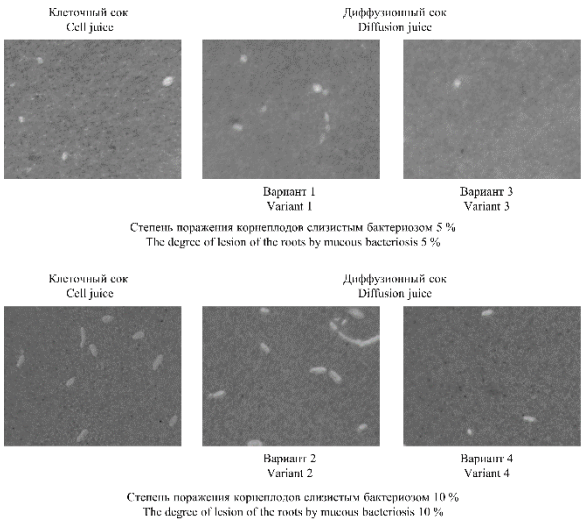


Рисунок 2. Результаты микроскопирования клеточного и диффузионного соков инфицированной сахарной свеклы по вариантам опытов

Figure 2. The results of microscopy of cell and diffusion juices of infected sugar beet in experiment variants

Устойчивое состояние пищевой системы диффузионного сока с введением ферментных препаратов гликозидазного действия вариантов 3 и 4 положительно отразилось на протекании процессов известково-углекислотной очистки, что проявилось в более высоких показателях качества соков первой и второй ступеней сатурации в сравнении с контрольными вариантами: фильтрационный коэффициент был ниже, соответственно, в 2,2 и 1,8 раза; цветность – на 20,3 и 9,4%; чистота очищенного сока выше на 2,5 и 2,4%; общий эффект очистки диффузионного сока – на 4,9 и 2,7% (таблица 2).

Таблица 2.

Показатели качества соков первой и второй ступеней сатурации по вариантам опыта

Table 2.

Indicators of the quality of juices of the first and second stages of saturation on the variants of the experiment

Показатель | Indicator	Вариант опыта | Experiment variant			
	1	2	3	4
Сок первой ступени сатурации | Juice of the first stage of saturation				
Фильтрационный коэффициент, с/см^2 | Filtration coefficient, c/cm^2	12,6	14,6	5,8	8,2
Сок второй ступени сатурации | Juice of the second stage of saturation				
Чистота, % | Purity, %	89,6	88,6	92,1	91,0
Общий эффект очистки диффузионного сока, % The overall effect of the diffusion juice purification, %	25,0	24,1	29,9	26,8
Содержание солей кальция, % к массе СВ Content of calcium salts, % by weight WD	0,15	0,17	0,12	0,14
Мутность, мг/дм^3 | Turbidity, mg/dm^3	126	118	92	97
Цветность, ед. опт. пл. | Chromaticity, units opt.dens.	186,5	173,4	148,6	157,1

Заключение

Результаты проведенных исследований показали, что пищевая система диффузионного сока, формируемая из инфицированной слизистым бактериозом сахарной свеклы, в условиях оптимального технологического режима и применяемых традиционных ТВС характеризуется неустойчивым состоянием. Введение в нее ферментных препаратов гликозидазного действия способствует переводу системы в устойчивое состояние, оптимальное для протекания процессов извлечения сахарозы из свекловичной стружки и известково-углекислотной очистки диффузионного сока.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пушанко Н.Н., Лагода В.А., Шурбованный В.Н. и др. Теория и практика разделения суспензий в свеклосахарном производстве. Книга I. Образование суспензий и их свойства: монография. К.: Издательство «Сталь», 2017. 541 с.

2 Гусятинська Н.А., Нечипор Т.М. Технологічні аспекти перероблення буряків, уражених слизистим бактеріозом // Цукор України. 2016. № 11–12 (131–132). С. 41–46.

3 Кульнева Н.Г., Шматова А.И., Манько Ю.И. Микрофлора свеклосахарного производства: проблемы и пути решения // Вестник ВГУИТ. 2014. № 1. С. 193–196.

4 Eggleston G., Dilks A., Blowers M., Winters K. Successful application of dextranase in sugar beet factories: 36 th Biennial Meeting of the American Society of Sugar Beet Technologists. Albuqerque, 2011. P. 603–654.

5 Hein W., Rosner G., Emerstorfer F. Measures to prevent operational disturbances caused by dextran Dextran // Sugar Industry. Zuckerindustrie. 2008. № 133. P. 135–143.

6 Абрахам К., Хаген С., Шлюмбах К. и др. Некоторые аспекты применения декстраназы в сахарных растворах // Сахар. 2017. № 5. С. 34–42.

7 Боулер Г., Воунс С. Применение декстраназы на свеклосахарных заводах Великобритании // Сахар и свекла. 2012. № 1. С. 30–34.

8 Беляева Л.И., Остапенко А.В., Лабузова В.Н. Использование ферментных препаратов – актуальное направление в современной технологии сахара // Пищевая промышленность. 2019. № 4. С. 25–26.

9 Сотников В.А., Мустафин Т.Р., Сотников А.В. и др. Обоснование применения ферменто-антисептирующих препаратов при переработке дефектной свеклы // Сахар. 2018. № 4. С. 18–24.

10 Сотников В.А., Сотников А.В., Уайлд В., Мойш У. «Бетасепт» и «Декстрасепт»: на всех фронтах борьбы с бактериальной инфекцией // Сахар. 2017. № 4. С. 16–20.

REFERENCES

1 Pushanko N.N., Lagoda V.A., Turbofunny V.N. et al. Teoriya i praktika razdeleniya suspenziy v sveklosakharnom proizvodstve. Kniga I. Obrazovaniye suspenziy i ikh svoystva [Theory and practice of separation of suspensions in sugar beet production. Book I. Formation of suspensions and their properties: monograph]. Kiev, Publishing House “Stal”, 2017. 541 p. (in Russian).

2 Gusyatins’ka N.A., Nechipor T.M. Technological aspects of processing sugar infected by mucous bacteriosis. *Tsukor Ukrainy* [Sugar of Ukraine]. 2016. no. 11–12 (131–132). pp. 41–46. (in Ukrainian).

3 Kulneva, N.G., Shmatova A.I., Man'ko Yu. I. Microflora of beet sugar production: problems and solutions. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2014. no. 1. pp. 193–196. (in Russian).

4 Eggleston G., Dilks A., Blowers M., Winters K. Successful application of dextranase in sugar beet factories: 36 th Biennial Meeting of the American Society of Sugar Beet Technologists. Albuqerque, 2011. pp. 603–654.

5 Hein W., Rosner G., Emerstorfer F. Measures to prevent operational disturbances caused by dextran Dextran. Sugar Industry. Zuckerindustrie. 2008. no. 133. pp. 135–143.

6 Abraham K., Hagen S., Slumbakh K. et al. Some aspects of using dextranase in sugar solutions. *Sakhar* [Sugar]. 2017. no. 5. pp. 34–42. (in Russian).

7 Bowler H., Warns S. The use of dextranase in beet sugar beet plants in the UK. *Sakhar i svekla* [Sugar and beets]. 2012. no. 1. pp. 30–34. (in Russian).

8 Belyaeva L.I., Ostapenko A.V., Labuzova V.N. The use of enzyme preparations is an important direction in modern technologies of sugar. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry]. 2019. no. 4. pp. 25–26. (in Russian).

9 Sotnikov V.A., Mustafin T.R., Sotnikov A.V. et al. Substantiation for the use of enzyme-antiseptic preparations in the processing of defective beets. *Sakhar* [Sugar]. 2018. no. 4. pp. 18–24. (in Russian).

10 Sotnikov V.A., Sotnikov V.A., Wilde V., Moish W. “Betasept” and “Dextrasept”: on all fronts in the battle against bacterial infection. *Sakhar* [Sugar]. 2017. no. 4. pp. 16–20. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Любовь И. Беляева к.т.н., ведущий научный сотрудник, лаборатория технологий сахара, НИИ сахарной промышленности, Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия, info@rniisp.ru

Алла В. Остапенко ст. научный сотрудник, лаборатория технологий сахара, НИИ сахарной промышленности, Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия, th@rniisp.ru

Валентина Н. Лабузова ст. научный сотрудник, лаборатория технологий сахара, НИИ сахарной промышленности, Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия, lvn85@mail.ru

Татьяна И. Сысоева научный сотрудник, лаборатория технологий сахара, НИИ сахарной промышленности, Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия, th@rniisp.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyubov I. Belyaeva Cand. Sci. (Engin.), leading researcher, laboratory of sugar technologies, Research Institute of Sugar Industry, Kursk Federal Agricultural Research Center, Karl Marx str., 63, Kursk, 305029, Russia, info@rniisp.ru

Alla V. Ostapenko senior researcher, laboratory of sugar technologies, Research Institute of Sugar Industry, Kursk Federal Agricultural Research Center, Karl Marx str., 63, Kursk, 305029, Russia, th@rniisp.ru

Valentina N. Labusowa senior researcher, laboratory of sugar technologies, Research Institute of Sugar Industry, Kursk Federal Agricultural Research Center, Karl Marx str., 63, Kursk, 305029, Russia, lvn85@mail.ru

Tatyana I. Sysoeva researcher, laboratory of sugar technologies, Research Institute of Sugar Industry, Kursk Federal Agricultural Research Center, Karl Marx str., 63, Kursk, 305029, Russia, th@rniisp.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.2.2019

ACCEPTED 5.17.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.144/.149

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-125-132

Шоколадные кексы улучшенного качества

Инесса В. Плотникова [1] plotnikova_2506@mail.ru
Газибег О. Магомедов [1] mmg@inbox.ru
Татьяна А. Шевякова [1] 209777@mail.ru
Виолетта В. Губковская [1] gubkovskayavioletta@gmail.com
Виктор Е. Плотников [1] viktor_plotnikov_1999@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. На сегодняшний день производство конкурентоспособных мучных шоколадных кондитерских изделий улучшенного качества и низкой себестоимости является актуальным направлением, перспективным в этом плане является альтернативный заменитель какао-порошка – порошок из какаовеллы, способный сохранить цвет, вкус и аромат готовой продукции. В качестве объектов исследования являлись натуральные какао-продукты, полученные путем переработки какао-бобов – это какао-порошок и термически обработанный порошок из какаовеллы. По химическому составу используемый обогатитель содержит значительное количество ценных по физиологическому воздействию пищевых веществ. По сравнению с какао-порошком в нем больше содержится клетчатки, целлюлозы, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов, его энергетическая ценность в 3 раза ниже. Введение в рецептуру кексов порошка из какаовеллы интенсифицирует процесс пенообразования сбивной рецептурной смеси, сокращается продолжительность ее взбивания. Установлена рациональная дозировка порошка из какаовеллы – 3,5 % (к массе теста). По органолептическим показателям образцы кексов с порошком из какаовеллы не уступали образцам с какао-порошком, при этом улучшилась их окраска, внешний вид, вкус и аромат. Шоколадные кексы имели нежный, эластичный мякиш с равномерной тонкостенной пористостью, обладали гладкой поверхностью с небольшими подрывами. Результаты расчета пищевой и энергетической ценности кексов показали, что в кексах «Шоколадный восторг» с использованием порошка из какаовеллы больше содержится пищевых волокон, минеральных веществ – K, Mg, P, Ca, витаминов – B3, B9, PP. Удовлетворение суточной потребности в данных пищевых веществах составляет более 20 %, поэтому разработанное изделие можно отнести к продуктам функционального назначения. Энергетическая ценность разработанного образца «Шоколадный восторг» ниже по сравнению с контролем на 34,4 ккал.

Ключевые слова: какао-продукты, тесто, кексы шоколадные, оценка качества, пищевая ценность

Chocolate muffins with improved quality

Inessa V. Plotnikova [1] plotnikova_2506@mail.ru
Gazibeg O. Magomedov [1] mmg@inbox.ru
Tatyana A. Shevyakova [1] 209777@mail.ru
Violetta V. Gubkovskaya [1] gubkovskayavioletta@gmail.com
Viktor E. Plotnikov [1] viktor_plotnikov_1999@mail.ru

[1] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Nowadays the production of competitive flour and chocolate confectionery products of improved quality and low cost is an important area. An alternative substitute for cocoa powder - cocoa shell powder - is promising in this regard. It can preserve the color, taste and aroma of the finished product. The objects of study were natural cocoa products obtained by cocoa beans processing - this is cocoa powder and heat-treated powder from cocoa shells. By the chemical composition the enrichment used contains a significant amount of valuable physiological effects of food substances. Compared with cocoa powder, it contains more fiber, cellulose, dietary fiber, minerals and vitamins, its energy value is 3 times lower. The introduction of cocoa shell powder into the muffins recipe intensifies the foaming process of the whipped recipe mixture, and the duration of its whipping is reduced. A rational dosage of cocoa shell powder was determined as 3.5% (by weight of the dough). According to organoleptic characteristics, samples of muffins with cocoa shell powder were not inferior to samples with cocoa powder, while their color, appearance, taste and aroma were improved. Chocolate muffins had a delicate, elastic crumb with uniform thin-walled porosity, had a smooth surface with slight detonations. The results of calculating the nutritional and energy value of the muffins showed that the "Chocolate Delight" muffins with cocoa shell powder contain more dietary fiber, minerals - K, Mg, P, Ca, vitamins - B3, B9, PP. The daily requirement for these nutrients is more than 20%, therefore the developed product can be attributed to functional products. The energy value of the developed "Chocolate Delight" sample is 34.4 kcal lower than the control.

Keywords: cocoa products, dough, chocolate muffins, quality assessment, nutritional value

Введение

В связи с тенденциями на российском рынке производства конкурентоспособных мучных шоколадных кондитерских изделий улучшенного качества и низкой себестоимости актуальным является использование альтернативных заменителей какао-продуктов, способных сохранить цвет, вкус и аромат продукции [9, 10].

Аналитики отмечают, что в России огромную популярность снискал натуральный и низкий по себестоимости заменитель какао-порошка – порошок из какаовеллы (оболочка какао-бобов). Данный продукт получают путем очистки, сортировки, термической обработки и дробления какао-бобов на две составные части – ядро и какаовеллу, которую в дальнейшем

Для цитирования
Плотникова И.В., Магомедов Г.О., Шевякова Т.А., Губковская В.В., Плотников В.Е. Шоколадные кексы улучшенного качества // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 125–132. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-125-132

For citation
Plotnikova I.V., Magomedov G.O., Shevyakova T.A., Gubkovskaya V.V., Plotnikov V.E. Chocolate muffins with improved quality. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 125–132. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-125-132

измельчают до порошкообразного состояния на высокопроизводительных измельчающих установках [1, 2].

Цель работы – исследовать показатели качества, химический состав порошка из какаовеллы и возможность его использования в производстве кексов.

Материалы и методы

Первым этапом работы являлось проведение анализа качества порошка из какаовеллы на соответствие требованиям ТУ 9125–001–87139235–10. По органолептическим (внешнему виду, вкусу и запаху) и физико-химическим показателям (массовой доле влаги – 4,8 %, массовой доле жира – 5,4 %) порошок соответствует требованиям, при этом его плотность составляет – 544 кг/м^3, влагоудерживающая способность – 7,1 г/г, жироудерживающая способность – 9,6 г/г, угол естественного откоса – 54 град., сыпучесть порошка – удовлетворительная.

По химическому составу используемый обогатитель содержит значительное количество ценных по физиологическому воздействию пищевых веществ (таблица 1).

Таблица 1.

Сравнительный анализ химического состава какао-продуктов [3]

Table 1.

Comparative analysis of cocoa-product chemical content [3]

Компоненты (в 100 г продукта) Components (in 100 g of product)	Какао-продукты | Cocoa-products	
	Какао-порошок cocoa-powder	Порошок из какаовеллы cocoa shell powder
Вода, г | Water,g	5,4	4,8
Белки, г | Proteins, g	24,3	15,0
Жиры, г | Fats, g	15	4,5
Насыщенные жирные кислоты, г Saturated fatty acid, g	9,0	2,7
Углеводы, г | Carbohydrates, g: крахмал | starch моно- и дисахариды | mono-and disaccharides	10,2 8,2 2,0	5,7 4,6 1,1
Клетчатка, г | Fiber, g	5,5	16,5
Целлюлоза, г | Cellulose, g	1,9	13,7
Пентозаны, г | Pentosans, g	1,5	7,8
Танины, г | Tannins, g	5,8	9,0
Пищевые волокна,г | Dietary fiber, g	35,3	56,8
Органические кислоты (в пересчете на молочную кислоту), г | Organic acid (in terms of lactic acid), g	3,9	0,8
Зола,г |Ash, g	6,3	8,1
Минеральные вещества,мг | Mineral substances, mg: натрий | sodium	13	3
калий | potassium	1509	2875
кальций | calcium	128	331
магний | magnesium	425	701
фосфор | phosphorus	655	770
Железо iron	22	5,8
Витамины, мг | Vitamins, mg: Е (токоферол) | (tocopherol)	3,0	1,800
B_1 (тиамин) | (thiamine)	0,074	0,158
B_2 (рибофлавин) | (riboflavin)	0,23	0,460
B_6 (пиридоксин) | (pyridoxine)	0,100	0,100
B_9 (фолацин) | (folacin)	0,045	0,057
РР (ниацин) | (niacin)	1,670	3,750
пантотеновая кислота | pantothenic acid	0,579	1,890
биотин | biotin	0,011	0,019
Теобромин, г | Theobromine, g	1,7	2,7
Кофеин, г | Caffeine, g	0,2	0,19
Дубильные вещества, г | Tannins, g	7,0	1,3
Энергетическая ценность, ккал | Energy value, kcal	*364*	*147*

Углеводы порошка из какаовеллы, на долю которых приходится около 43 %, представлены моно- и дисахаридами, крахмалом, клетчаткой, пентозанами, целлюлозой, причем массовая доля трех последних больше в 3,1; 4,7 и 7,2 раза соответственно, чем в какао-порошке [4]. В исследуемом порошке существенно больше в 1,3 раза содержится золы, пищевых волокон – в 1,6 раза, минеральных веществ (кальция – в 2,6 раза, калия – в 1,9 раза, магния – в 1,6 раза, фосфора – в 1,2 раза), танинов – в 1,6 раза. Порошок из какаовеллы богат такими ценными по физиологическому воздействию веществами, как алколоиды, теобромин и кофеин, которые способствуют стимулированию деятельности сердечной мышцы человека и повышают общий тонус организма [5]. Дубильные вещества придают какао-продуктам слегка вяжущий и горьковатый вкус. По наличию биогенных элементов, к которым относятся витамины, содержание их в порошке из какаовеллы почти в 2 раза выше, чем в какао-порошке.

Вторым этапом работы являлось исследование возможности использования порошка из какаовеллы в производстве кексов на химических разрыхлителях. Технология приготовления кексов с данным обогатителем состоит из следующих стадий производства: сбивание масляно-сахарной смеси; приготовление при дальнейшем взбивании рецептурной смеси с меланжем, молоком и порошком из какаовеллы до увеличения объема в 2,5–3,0 раза; получение теста путем смешивания сбивной смеси с мукой и химическими разрыхлителями; формование теста методом отливки в жесткие формы; выпечка тестовых заготовок при температуре 160–180 °С в течение 25 –35 мин; охлаждение изделий; отделка поверхности шоколадных кексов сахарной пудрой [6].

Изменение показателей качества рецептурных смесей в процессе их взбивания с различным количеством какао-продуктов представлено в таблице 2.

Таблица 2.

Показатели качества и параметры сбивания рецептурных смесей с различным содержанием какао-продуктов

Table 2.

Quality Indicators and parameters of mixing of prescription mixtures with different content of cocoa-products

Рецептурная смесь Prescription mixture	Содержание порошка % (к массе теста) Powder content, (to test weight)	Массовая доля сухих веществ смеси Mass fraction of dry substances of the mixture, %	pH	$t_{взб}$, $t_{whip\text{-}pings}$, °C	$n_{взб.}$, $с^{-1}$ $n_{whip\text{-}pings}$, s^{-1}
Какао-порошок (контроль) Cocoa-powder (control)	2,9	71,3	6,71	21	5,0
Порошок из какаовеллы Cocoa shell powder	2,9	71,1	6,75		
	3,5	72,3	6,78		
	4,3	73,9	6,81		

С увеличением продолжительности взбивания процесс пенообразования рецептурных смесей увеличивается, сначала их плотность уменьшается до минимальных значений, а при дальнейшем взбивании объем воздушной фазы постепенно сокращается за счет разрушения пенных пузырьков воздуха и снижения их устойчивости, при этом плотность смеси увеличивается (рисунок 1).

Введение в рецептуру порошка из какаовеллы интенсифицирует процесс пенообразования, сокращает продолжительность взбивания смеси с 40 до 26 мин, при этом плотность смеси снижается с 0,84 до 0,76 г/см^3. Рациональной дозировкой порошка из какаовеллы была выбрана – 3,5 % (к массе теста), так как при содержании в смеси порошка из какаовеллы в количестве – 4,3 % (к массе теста) готовые кексы получаются темно-коричневого цвета и обладают сильной крошливостью.

Влажность является важным фактором, влияющим на качество и реологические свойства кексов. Влияние влажности теста на его эффективную вязкость (рисунок 2), плотность, влажность и удельный объем готовых кексов представлено в таблице 3.

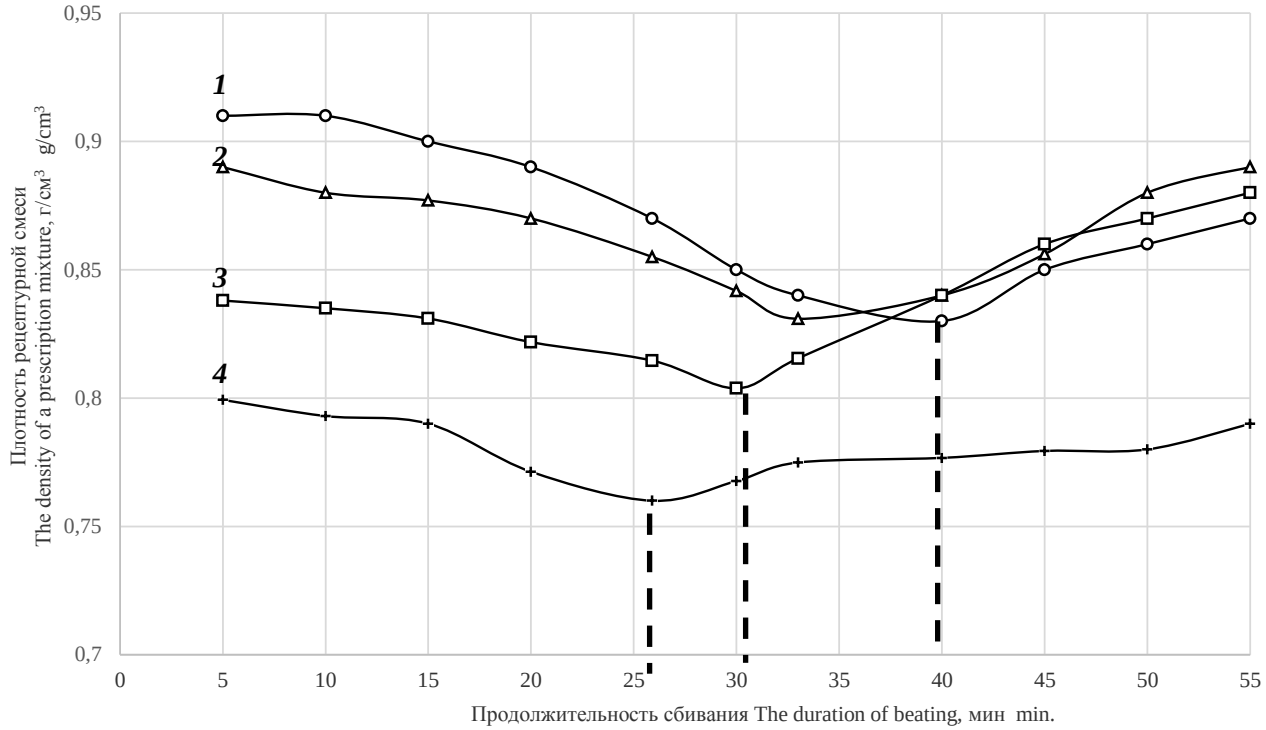


Рисунок 1. Зависимость изменения плотности от продолжительности взбивания рецептурной смеси для кексов с использованием порошка, % (к массе теста): какао *1* – 2,9 (контроль); из какаовеллы *2* – 2,9; *3* – 3,5; *4* – 4,3

Figure 1. Change in density from the duration of the beating of the prescription mixture for muffins using powder, % (to dough mass): cocoa *1* – 2,9 (control); cocoa shell *2* – 2,9; *3* – 3,5; *4* – 4,3

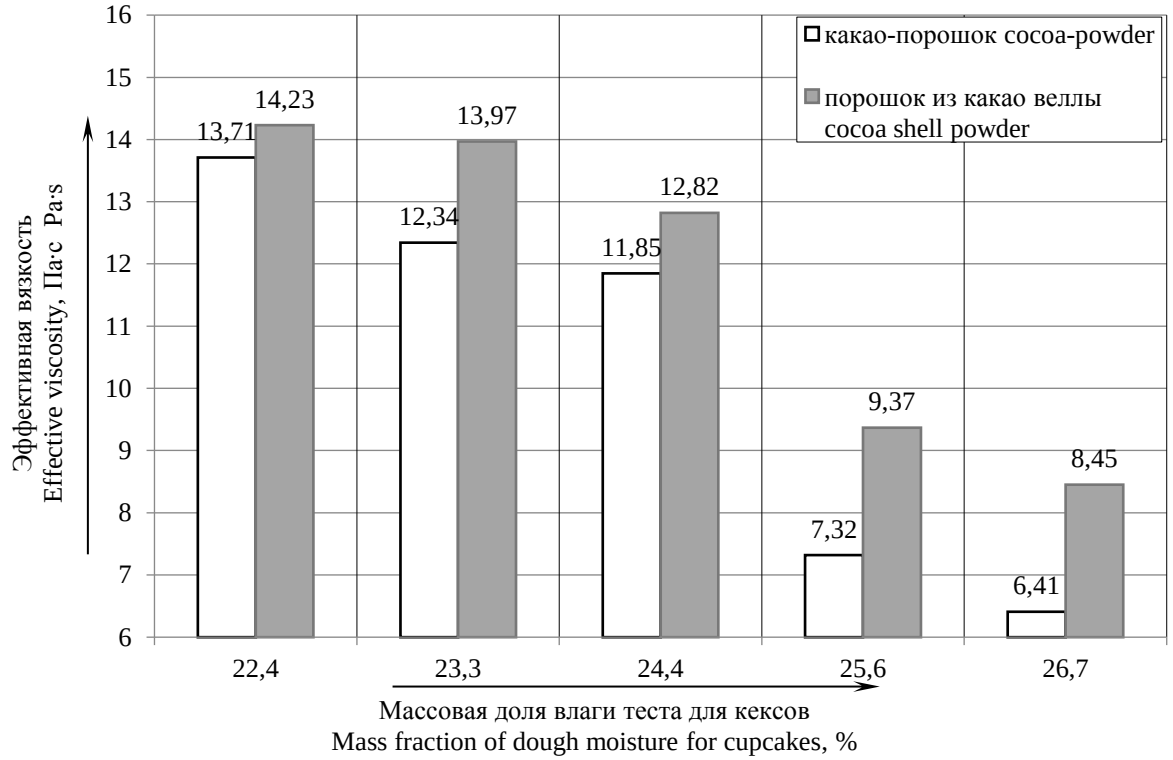


Рисунок 2. Зависимость изменения эффективной вязкости от массовой доли влаги теста для кексов с содержанием порошка из какаовеллы – 3,5 % (к массе теста)

Figure 2. Change of effective viscosity from mass fraction of moisture Dough for muffins with the content cocoa shell powder – 3,5 % (to the dough mass)

Таблица 3.

Показатели качества теста и кексов с какао-продуктами

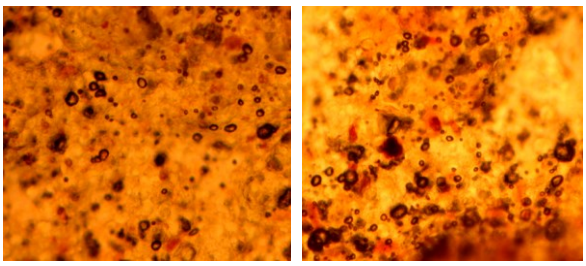
Table 3.

Quality Indices of dough and muffins with cocoa-products

Влажность теста кексов (расчетная/истинная), % | Cake dough moisture (calculated/true), %	Эффективная вязкость теста, Па×с The effective viscosity of the dough, Pa×s (t = 23 °С)	Плотность теста, г/см^3 Test density, g/cm^3	Влажность кексов, % Cupcake moisture, %	Удельный объем кексов, см^3/г Specific volume of cupcakes, cm^3/g
С использованием какао-порошка (контроль) | Using cocoa powder (control):				
22,4/25,6	13,71	0,41	12,4	2,53
23,3/26,3	12,34	0,43	14,3	2,38
24,4/28,2	11,85	0,46	16,1	2,15
25,6/29,1	7,32	0,49	18,2	2,01
26,7/30,7	6,41	0,52	20,3	1,85
С использованием порошка из какаовеллы в количестве 3,5 % (к массе теста) | Using cocoa shell powder in an amount of 3,5 % (to the mass of the dough):				
22,4/24,3	14,23	0,56	12,3	1,57
23,3/25,5	13,97	0,68	14,2	1,44
24,4/26,6	12,82	0,71	16,5	1,22
25,6/27,1	9,37	0,81	19,1	1,12
26,7/28,5	8,45	0,93	20,2	1,02

С увеличением массовой доли влаги теста от 22,4 до 26,7 % снижается эффективная вязкость теста с 14,3 до 8,45 Па·с, увеличивается плотность теста с 0,56 до 0,93 г/см^3, влажность кексов – с 12,3 до 20,2 %, снижается их удельный объём с 1,57 до 1,02 см^3/г.

Были проведены исследования дисперсного состава воздушных пузырьков теста методом гранулометрического анализа на микроскопе БИОМЕД-2 [7]. Перед исследованием мазки теста растворяли в кастором масле, наносили на предметное стекло и сверху накрывали покровным стеклом (рисунок 3).



a *b*

Рисунок 3. Микрофотографии теста с какао-порошком *a* и порошком из какаовеллы *b*

Figure 3. Micro-Photos of pastry with cocoa powder *a* and the cocoa shell powder *b*

По данному методу определили, что пузырьки воздуха исследуемых образцов теста находятся в пределах от 0 до 39 мкм. В тесте с порошком из какаовеллы большую долю (15 %) составляют пузырьки воздуха размером 8 мкм, а в тесте с порошком какао большую долю (14 %) составляют пузырьки воздуха размером 11 мкм.

На основании экспериментальных данных были построены интегральные кривые распределения частиц по размерам (рисунок 4).

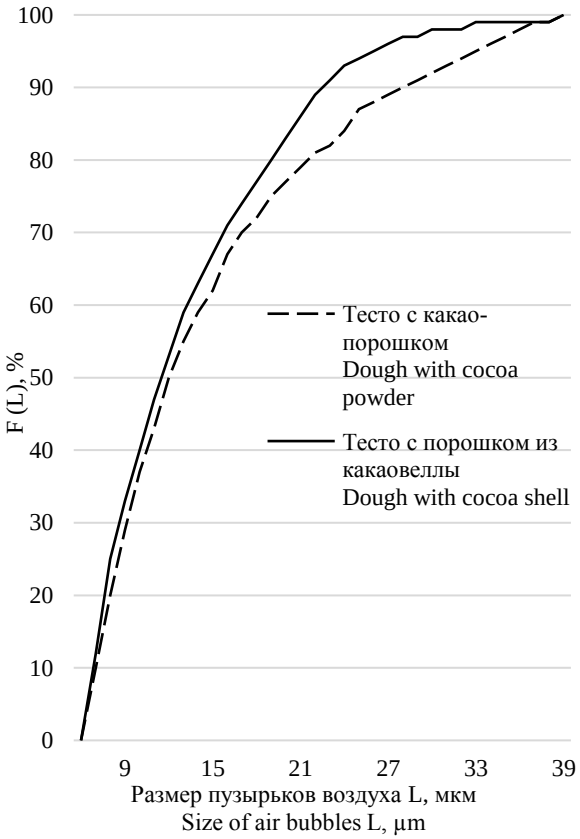


Рисунок 4. Интегральные кривые распределения воздушных пузырьков по размерам в тесте с какао-продуктами

Figure 4. Integral curves for the distribution of air bubbles by size in the dough with cocoa products

Из рисунка 4 видно, что в тесте с порошком из какаовеллы пузырьков воздуха размером от 0 до 20 мкм содержится 83 %, а в тесте с какао-порошком (контроль) – 78 %, что говорит о наибольшей дисперсности первого по сравнению с контролем.

Фракционный состав частиц пищевых порошков представлен на рисунке 5 [8]. Откуда видно, что пузырьки воздуха в тесте с порошком из какаовеллы/(какао-порошком) содержатся в количестве, %: размером от 0 до 9 мкм – 39/(29); от 10 до 19 мкм – 52/(51); от 20 до 29 мкм – 7/(15) и от 30 до 39 мкм (1/3), что также свидетельствует о более высокой дисперсности пузырьков воздуха в тесте с порошком из какаовеллы.

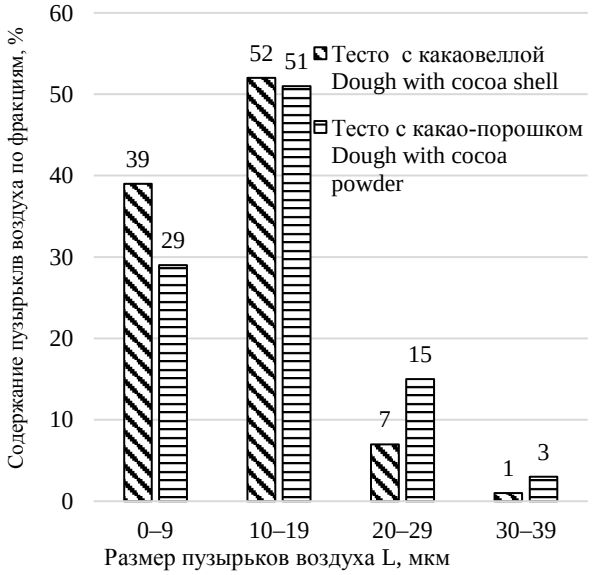


Рисунок 5. Диаграмма распределения размеров частиц пузырьков воздуха по фракциям в тесте с какао-продуктами

Figure 5. Diagram of particle size distribution of air bubbles by fractions in the test with cocoa-products

По органолептическим показателям образцы кексов с порошком из какаовеллы не уступали образцам с какао-порошком (контроль). С внесением в рецептуру кексов порошка из какаовеллы взамен какао-порошка улучшается окраска, внешний вид, вкус и аромат кексов, которые имели нежный, эластичный мякиш с равномерной тонкостенной пористостью, обладали гладкой поверхностью с небольшими подрывами. Плотность рецептурной смеси для кексов с какаовеллой после ее сбивания составляла 0,81 г/см^3 (против 0,86 г/см^3 для контроля). За счет большой водосвязывающей способности обогатителя из-за значительного содержания в его составе пищевых волокон, клетчатки и высокой дисперсности увеличиваются вязкость теста с 11,3 до 12,8 Па·с, плотность с 0,46 до 0,71 г/см^3, в результате чего ухудшается процесс формования теста методом отливки в формы. Следовательно, для снижения вязкости и плотности теста повысили его влажность – до 26,5 %. При влажности теста более 26,5 % кексы имели плотный непропеченный мякиш, низкий удельный объем и неравномерную пористость.

Результаты расчета пищевой и энергетической ценности кексов показали, что в кексах «Шоколадный восторг» с использованием порошка из какаовеллы больше содержится пищевых волокон, минеральных веществ – K, Mg, P, Ca, витаминов – B3, B9, PP (рисунок 6). Удовлетворение суточной потребности в данных пищевых веществах составляет более 20 %, поэтому разработанное изделие можно отнести к продуктам функционального назначения. Энергетическая ценность разработанного образца «Шоколадный восторг» ниже по сравнению с контролем на 34,4 ккал.

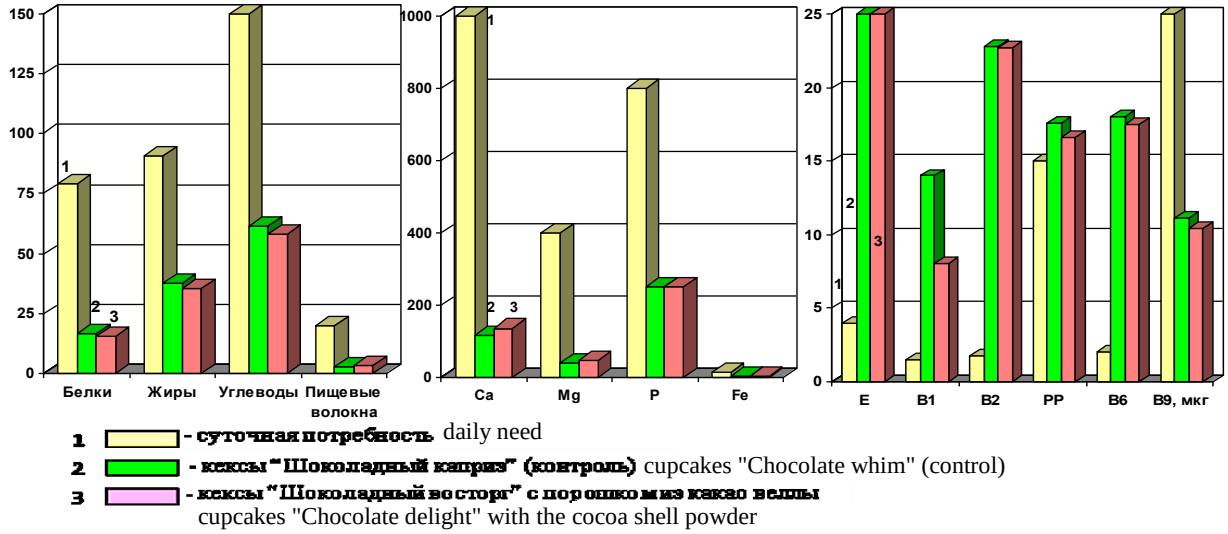


Рисунок 6. Пищевая и энергетическая ценность шоколадных кексов

Figure 6. Food and Energy value of chocolate cupcakes

Результаты и обсуждение

Целесообразность замены какао-порошка порошком из какаовеллы при производстве шоколадных кексов подтверждается экономическими расчётами. Данная замена приводит к снижению себестоимости продукции на 8 р./за 1 кг и способствует увеличению прибыли производства.

Порошок из какаовеллы является ценным продуктом, так как обладает богатым химическим составом, пониженной энергетической ценностью, является продуктом с ярко выраженным цветом и ароматом, высокой дисперсности, пониженной себестоимости. Повышение микробиологической чистоты порошка из какаовеллы возможно при использовании метода обеззараживания продукта энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты, что дает возможность полноценной замены порошка какао порошком из какаовеллы. Расширение ассортимента кексов с использованием порошка из какаовеллы позволит уменьшить их калорийность за счет снижения в продукте углеводов и жиров, повысить их пищевую ценность за счет увеличения пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов, что является актуальным с точки зрения здорового питания.

Заключение

Внесение в рецептуру кексов нового обогатителя позволяет не только решить целый ряд задач как экономического, так и экологического плана, но и получить высококачественный обогащенный продукт пониженной себестоимости.

ЛИТЕРАТУРА

1 Киркор М.А., Шуляк В.А., Ромашихин П.А., Смусенок А.Г. Новое оборудование для получения порошка из какаовеллы // Весцi нацыянальнай акадэмii навук беларусi. серыя аграрных навук. – 2007. №1. С. 114–116.

2 Pat. no. US9375024B2, US, A23G1/0006. Process of producing cocoa shell powder / Herwig B., Ive De R. Publ. 28.06.2016.

3 Скоклеенко М.В., Куличенко А.И., Мамченко Т.В. Применение вторичных продуктов переработки какао бобов для повышения конкурентоспособности кондитерских изделий // Молодой ученый. 2014. № 6. С. 366–368.

4 Магомедов Г.О., Черемушкина И.В., Плотникова И.В. Методика повышения качества порошка из какаовеллы // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. № 9. С. 90–92.

5 Магомедов Г.О., Олейникова А.Я., Шевякова Т.А., Плотникова И.В. и др. Мучные композитные безглютеновые смеси // Хлебопродукты. 2014. № 1. С. 46–48.

6 Шаухина Н.Н. Исследование влияния овсяной муки на пенообразующую способность и устойчивость пены для бисквитного полуфабриката // Материалы международной молодежной конференции «Биокаталитические технологии и технологии возобновляемых ресурсов в интересах рационального природопользования»; под общ. ред. В.П. Юстратова. Кемерово, 2012. С. 220–227.

7 Panak B.J., Ačkar Đ., Jokić S., Jozinović A. et al. Cocoa Shell: A By-Product with Great Potential for Wide Application // Molecules. 2018. № 23 (6). doi: 10.3390/molecules23061404

8 Чугунова О.В., Кокорева Л.А., Заворохина Н.В. Исследование качества сладких блюд, содержащих порошок из какаовеллы // Кондитерское производство. 2015. №3. С. 14–16.

9 Famakin O., Fatoyinbo A., Ijarotimi O.S., Badejo A.A. et al. Assessment of nutritional quality, glycaemic index, antidiabetic and sensory properties of plantain (Musa paradisiaca)-based functional dough meals // Journal of food science and technology. – 2016. V. 53. № 11. P. 3865–3875.

10 Meerts M., Cardinaels R., Oosterlinck F., Courtin C. et al. Contributions of the main flour constituents to dough rheology, and implications for dough quality and its assessment // TechConnect Briefs. 2016. V. 3. P. 23–26.

REFERENCES

1 Kirkor M.A., Shulyak V.A., Romashihin P.A., Smusenok A.G. New equipment for obtaining powder from cocoa shell. *Viesci nacyjanaĺnaj akademii navuk bielarusi. sieryja ahrarnych navuk* [News of the National Academy of Sciences of Belarus. series of agricultural Sciences]. 2007. no. 1. pp. 114–116. (in Russian).

2 Herwig B., Ive De R. Process of producing cocoa shell powder. Patent US, no. US9375024B2, 2016.

3 Skokleenko M.V., Kulichenko A.I., Mamchenko T.V. Use of secondary cocoa bean processing products to improve the competitiveness of confectionery products. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist]. 2014. no. 6. pp. 366–368. (in Russian).

4 Magomedov G.O., Cheremushkina I.V., Plotnikova I.V. Methods of improving the quality of cocoa powder. *Gigiyena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation]. 2015. vol. 94. no. 9. pp. 90–92. (in Russian).

5 Magomedov G.O., Olejnikova A.Ya., Shevyakova T.A., Plotnikova I.V. et al. Composite flour gluten-free mixes. *Khleboprodukty* [Bread products]. 2014. no. 1. pp. 46–48. (in Russian).

6 Shaukhin N.N. Study of the effect of oatmeal on the foaming ability and foam stability for biscuit semi-finished product. *Biokataliticheskiye tekhnologii i tekhnologii vozobnovlyayemykh resursov v interesakh ratsional'nogo prirodopol'zovaniya* [Proceedings of the international youth conference "Biocatalytic technologies and technologies of renewable resources in the interests of environmental management"]. Kemerovo, 2012. pp. 220–227. (in Russian).

7 Panak B.J., Ačkar Đ., Jokić S., Jozinović A. et al. Cocoa Shell: A By-Product with Great Potential for Wide Application. Molecules. 2018. no. 23 (6). doi: 10.3390/molecules23061404

8 Chugunova O.V., Kokoreva L.A., Zavorohina N.V. Study of the quality of sweet dishes containing cocoa shell powder. *Konditerskoye proizvodstvo* [Confectionery]. 2015. no. 3. pp. 14–16. (in Russian).

9 Famakin O., Fatoyinbo A., Ijarotimi O.S., Badejo A.A. et al. Assessment of nutritional quality, glycaemic index, antidiabetic and sensory properties of plantain (Musa paradisiaca)-based functional dough meals. Journal of food science and technology. 2016. vol. 53. no. 11. pp. 3865–3875.

10 Meerts M., Cardinaels R., Oosterlinck F., Courtin C. et al. Contributions of the main flour constituents to dough rheology, and implications for dough quality and its assessment. TechConnect Briefs. 2016. vol. 3. pp. 23–26.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Инесса В. Плотникова к.т.н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, plotnikova_2506@mail.ru

Газибег О. Магомедов д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mmg@inbox.ru

Татьяна А. Шевякова к.т.н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, 209777@mail.ru

Виолетта В. Губковская студент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gubkovskayavioletta@gmail.com

Виктор Е. Плотников студент, кафедра машины и аппараты пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, viktor_plotnikov_1999@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 12.03.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.04.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Inessa V. Plotnikova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, plotnikova_2506@mail.ru

Gazibeg O. Magomedov Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mmg@inbox.ru

Tatyana A. Shevyakova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, 209777@mail.ru

Violetta V. Gubkovskaya student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gubkovskayavioletta@gmail.com

Viktor E. Plotnikov student, machines and apparatus of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, viktor_plotnikov_1999@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.12.2019

ACCEPTED 4.18.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-133-138

Влияние комбинирования пектиновых веществ на вязкость их водных растворов

Зурет Н. Хатко [1] znkhatko@mail.ru.
Сергей А. Титов [2] 125titov@yandex.ru
Анжелика А. Ашинова [1] divaa2012@yandex.ru
Екатерина М. Колодина [1] goodwill_katya@mail.ru

[1] Майкопский государственный технологический университет, ул. Первомайская, 191, г. Майкоп, 385000, Россия
[2] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Вязкость является одним из характерных свойств пектиновых веществ, как и других лиофильных коллоидов. Молекулы пектинов легко ассоциируются друг с другом или с крупными молекулами сопутствующих веществ. Данная статья содержит результаты исследования динамической вязкости, внутреннего трения, тиксотропного индекса водных растворов (1 % и 4%) различных видов пектиновых веществ и их комбинаций. В статье приведены результаты исследования влияния разных видов пектиновых веществ и их комбинаций на динамическую вязкость пектиновых растворов и на их внутреннее трение. Приведен анализ значений динамической вязкости и силы трения в зависимости от вида пектиновых веществ и их комбинаций. Установлено, что в случаях, когда требуется информация о диссипативных процессах в пектиновых структурах при малых скоростях движения и сдвиговых нагрузках, следует опираться на данные по внутреннему трению, в других - на приведенные сведения по их вязкости. Рассчитан тиксотропный индекс. Установлено, что внутреннее трение в пектиновых растворах и их динамическая вязкость зависят от вида пектиновых веществ и их комбинаций. В пектиновых растворах внутреннее трение максимально для яблочного пектина, а динамическая вязкость – для комбинации пектинов цитрусового со свекловичным. При комбинировании пектинов оба показателя имеют наибольшее значение для комбинации цитрусового со свекловичным. Полученные данные о вязкости, внутреннем трении и тиксотропном индексе растворов различных видов и комбинаций пектинов, дают возможность регулирования реологических свойств пищевых систем с добавлением пектиновых веществ.

Ключевые слова: динамическая вязкость, внутреннее трение, ротационный вискозиметр, тиксотропия, пектиновые вещества, комбинации пектинов

Effect of combination of pectin substances on viscosity of their aqueous solutions

Zuret N. Khatko [1] znkhatko@mail.ru.
Sergey A. Titov [2] 125titov@yandex.ru
Angelika A. Ashinova [1] divaa2012@yandex.ru
Ekaterina M. Kolodina [1] goodwill_katya@mail.ru

[1] Maikop State University of Technology, Pervomayskaya str., 191, Maikop, 385000, Russia
Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Viscosity is one of the characteristic properties of pectin substances, as well as other lyophilic colloids. Pectin molecules are easily associated with each other or with large molecules of related substances. This article contains the results of the study of dynamic viscosity, internal friction, thixotropic index of aqueous solutions (1 % and 4%) of various types of pectin substances and their combinations. The article presents the results of the study of the influence of different types of pectin substances and their combinations on the dynamic viscosity of pectin solutions and their internal friction. The analysis of values of dynamic viscosity and friction force depending on the type of pectin substances and their combinations is given. It is established that in cases where information on dissipative processes in pectin structures at low speeds and shear loads is required, it is necessary to rely on data on internal friction, in others - on the given information on their viscosity. The thixotropic index is calculated. It is established that the internal friction in pectin solutions and their dynamic viscosity depend on the type of pectin substances and their combinations. In pectin solutions, the internal friction is maximum for Apple pectin, and the dynamic viscosity – for a combination of citrus pectins with beet. When combining pectins, both indicators are most important for the combination of citrus with beet. The obtained data on the viscosity, internal friction and thixotropic index of solutions of different types and combinations of pectins make it possible to regulate the rheological properties of food systems with the addition of pectin substances.

Keywords: dynamic viscosity, internal friction, rotational viscometer, thixotropy, pectin substances, combinations of pectins

Для цитирования
Хатко З.Н., Титов С.А., Ашинова А.А., Колодина Е.М. Влияние комбинирования пектиновых веществ на вязкость их водных растворов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 133–138. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-133-138

For citation
Khatko Z.N., Titov S.A., Ashinova A.A., Kolodina E.M. Effect of combination of pectin substances on viscosity of their aqueous solutions. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 133–138. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-133-138

Введение

Пектиновые вещества – это комплексные высокомолекулярные соединения – полисахариды, структура и химический состав которых определяют форму их молекул и характер взаимодействия с другими соединениями [4]. Пектиновые вещества обладают структурой с ограниченной гибкостью, стабилизируемой гидрофобными (между группами) связями. Подобно целлюлозе, пектиновые вещества организованы в жесткие и рыхлые области.

Вязкость является одним из характерных свойств пектиновых веществ, как и других лиофильных коллоидов. Молекулы пектинов легко ассоциируются либо друг с другом, либо с крупными молекулами сопутствующих веществ.

Вязкость водных растворов пектинов зависит от различных факторов: концентрации, длины молекулярной цепи, степени этерификации, присутствия электролитов и температуры. С увеличением молекулярной массы при прочих равных условиях вязкость повышается. При одной и той же молекулярной массе вязкость возрастает с увеличением электрического заряда макромолекулы (количества свободных карбоксильных групп) [4].

Цель работы – исследование влияния видов пектиновых веществ и их комбинаций на динамическую вязкость пектиновых растворов и их внутреннее трение.

Решались следующие задачи:

– определение внутреннего трения в пектиновых растворах;

– определение динамической вязкости пектиновых растворов;

– расчет тиксотропного индекса систем;

– анализ значений динамической вязкости и силы трения в зависимости от вида пектиновых веществ и их комбинаций.

Материалы и методы

Объектами исследования являются пектиновые растворы (1; 4%): яблочный (Я), цитрусовый (Ц), свекловичный (С) и комбинации пектинов (ЯЦ, ЯС, ЦС).

Характеристика исследуемых пектиновых веществ представлена в таблице 1 [5].

Таблица 1.

Характеристика исследуемых пектиновых веществ

Table 1.

Characteristics of the studied pectin substances

Пектин Pectin	Производитель Manufacturer	Степень этерификации Power esterification	Ref
Яблочный Apple	«Айдиго», Китай	45–49	ТУ 9169–007–52303135–2014
Цитрусовый Citrus	«Danisko», Чешская Республика	46–50	ГОСТ 29186–91
Свекловичный Beet	Лабораторный, МГТУ	30–45	ОСТ 18–62–72

Определение внутреннего трения растворов проводили с помощью установки, в основе которой – крутильный маятник с закрепленным на нем зеркалом, с которым состыкован цилиндр, погружаемый в исследуемую среду. Внутреннее трение в системах определяется путем создания в исследуемом растворе колебательного процесса. С течением времени энергия колебаний в системе затухает и рассеивается в тепловую энергию. Внутреннее трение объединяет различные механизмы превращения упругой энергии в тепловую. Измерения внутреннего трения могут быть использованы при изучении различных физических процессов в пищевых системах, в частности при исследовании структурообразования на поверхности мембран при баромембранном разделении растворов [6].

В связи с тем что геометрия пищевых систем на установке для определения трения совпадает с геометрией ротационного вискозиметра, внутреннее трение соответствует вязкости, определенной ротационным вискозиметром. Измерение динамической вязкости с применением принципов ротационной вискозиметрии включает пересчет крутящего момента вращения шпинделя прибора с постоянной скоростью при погружении его в исследуемый раствор. При этом выбирались такие шпиндели и скорости вращения, при которых отсчет момента лежит в диапазоне от 10 до 90% от максимального значения [1].

Относительное стандартное отклонение (погрешность) для данного измерения рассчитывалось по формуле

$$s = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2k}},$$

где, d – значения измерений; k – количество измерений.

Тиксотропный индекс пектиновых растворов рассчитывали (отношение вязкостей жидкости, измеренных при двух разных скоростях сдвига (при использовании одного шпинделя)) по формуле

$$n = \eta L/\eta H,$$

где n – тиксотропный индекс, безразмерная величина; ηL – вязкость при низкой скорости сдвига, сПз; ηH – вязкость при высокой скорости сдвига, сПз.

Результаты и обсуждение

На первом этапе исследования проводилось измерение внутреннего трения в пектиновых растворах (1%).

Значения внутреннего трения в пектиновых растворах представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Внутреннее трение в пектиновых растворах (1%)

Table 2.

Internal friction in pectin solutions

Эксперимент Experiment	Внутреннее трение в пектиновых растворах, мПа·с Internal friction in pectin solutions, мПа·с					
	Пектин | Pectin			Комбинация пектинов | Pectin combination		
	Я/I	Ц/C	C/S	ЯС/IS	ЯЦ/IC	ЦС/CS
1	0,01731	0,017309	0,013555	0,012177	0,011335	0,014296
2	0,01802	0,017911	0,014256	0,012315	0,011591	0,014543
3	0,01812	0,018035	0,013391	0,012608	0,012033	0,01476
4	0,01843	0,018037	0,013516	0,012787	0,012585	0,015017
Среднее значение, мПа·с Average value, мПа·с	0,01801	0,01782	0,01368	0,01247	0,01189	0,01465
Среднее значение, сПз Average value, сПз	180,1	178,2	136,8	124,7	118,9	146,5
S, %	2,57	2,85	1,95	2,1	2,22	4,61

Данные таблицы 2 показывают, что внутреннее трение в растворах пектинов ЯЦ (0,119 мПа·с) и ЯС (0,125) отличается от Я (0,18), Ц (0,178), С (0,137), т. е. вязкость в комбинациях уменьшается по сравнению с Я, Ц. Для раствора С в комбинациях ЯС вязкость уменьшается, а ЦС – увеличивается, т. е. добавление Ц увеличивает вязкость ЦС, Я – уменьшает вязкость ЯС.

На втором этапе исследования проводилось измерение динамической вязкости с применением принципов ротационной вискозиметрии.

Полученные результаты представлены в таблицах 3–8.

Таблица 3.

Динамическая вязкость пектиновых (Я) растворов (4%)

Table 3.

Dynamic viscosity of pectin (Y) solutions (4%)

Скорость, мин$^{-1}$ Speed, min^{-1}	Вязкость, сПз/ Viscosity, сПз				S, %
	Измерение | Measurement			Среднее | Average	
	1	2	3		
100	411,6	404,2	413,4	409,7	1,2
120	378,2	380,6	374,8	378	0,7
140	372,2	380	376	376	1
150	375,6	370,4	377,4	374,5	0,9
180	377,4	367	367,4	370,6	1,6
200	375	365,2	365,8	368	1,5

Таблица 4.

Динамическая вязкость пектиновых (Ц) растворов (4%)

Table 4.

Dynamic viscosity of pectin (C) solutions (4%)

Скорость, мин$^{-1}$ Speed, min^{-1}	Вязкость, сПз | Viscosity, сПз				S, %
	Измерение | Measurement			Среднее | Average	
	1	2	3		
100	579	572,2	568,8	573	0,9
120	578	571	564,6	570,5	1,1
140	550,4	552,8	563,6	558,5	1,3
150	540,4	531,4	538,4	536,5	0,9
180	527	537,4	532	532,1	0,7
200	517,4	528,2	529,8	524,8	1,2

Таблица 5.

Динамическая вязкость пектиновых (С) растворов (4%)

Table 5.

Dynamic viscosity of pectin (S) solutions (4%)

Скорость, мин$^{-1}$ Speed, min^{-1}	Вязкость, сПз | Viscosity, сПз				S, %
	Измерение | Measurement			Среднее | Average	
	1	2	3		
100	410	399	403,4	404,1	1,4
120	377,4	377,4	374,6	376,1	0,4
140	353	358	347,5	352,8	0,9
150	316,6	313,8	315,2	315,2	0,4
180	311	310,4	309,6	310,3	0,1
200	261,8	261	260,8	260,9	0,2

Таблица 6.

Динамическая вязкость пектиновых (ЯС) растворов (4%)

Table 6.

Dynamic viscosity of pectin (YS) solutions (4%)

Скорость, мин$^{-1}$ Speed, min^{-1}	Вязкость, сПз | Viscosity, сПз				S, %
	Измерение | Measurement			Среднее | Average	
	1	2	3		
100	268	257,2	259	261,4	2,2
120	260	254,4	264	259,4	0,7
140	277,4	254,2	245,2	258,9	2,5
150	249,8	243,1	246,8	246,6	1,3
180	247	246,8	241,4	245	1,6
200	247	245	240	244	1,5

Таблица 7.

Динамическая вязкость пектиновых (ЯЦ) растворов (4%)

Table 7.

Dynamic viscosity of pectin (YC) solutions (4%)

Скорость, мин$^{-1}$ Speed, min^{-1}	Вязкость, сПз | Viscosity, сПз				S, %
	Измерение | Measurement			Среднее | Average	
	1	2	3		
100	452,4	413,2	429,6	431,7	0,8
120	445,8	407,8	423,4	425,6	0,7
140	395,8	425,4	419,8	422,6	0,9
150	420	416,8	423,2	420	0,8
180	413,2	419,8	416,4	418	0,5
200	388,6	386,4	395	391,8	1,1

Таблица 8.

Динамическая вязкость пектиновых (ЦС) растворов (4%)

Table 8.

Dynamic viscosity of pectin (CS) solutions (4%)

Скорость, мин$^{-1}$ Speed, min^{-1}	Вязкость, сПз | Viscosity, сПз				S, %
	Измерение | Measurement			Среднее | Average	
	1	2	3		
100	684,2	705,8	735,2	708,4	1,6
120	654,5	695	701,2	698	0,6
140	653,2	668	673	670,5	0,5
150	659,8	672,4	673	668,4	1,1
180	601,6	619	685,8	645,5	1,4
200	620	628,4	625,5	622,6	0,9

Данные таблиц 3–8 показывают, что вязкость растворов в комбинациях пектинов ЯЦ (420 сПз) и ЯС (244) отличается от Я (368). Причем в комбинации ЯЦ вязкость увеличивается, в комбинации ЯС – уменьшается, т. е. добавление Ц увеличивает вязкость, а С – уменьшает.

Вязкость растворов в комбинациях пектинов ЯС (244 сПз) и ЦС (622,6) отличается от С (260,9). Причем в комбинации СЦ вязкость увеличивается, в комбинации ЯС – чуть уменьшается, т. е. добавление Ц увеличивает вязкость СЦ, а Я – уменьшает ЯС.

В комбинации ЦЯ вязкость уменьшается, у ЦС – увеличивается. Следовательно, добавление Я уменьшает вязкость, С – увеличивает.

Наблюдаемые различия поведения внутреннего трения и вязкости пектиновых растворов при различных их комбинациях, по-видимому, связаны с тем, что при изменении вязкости на ротационном вискозиметре структура раствора разрушается, а при определении внутреннего трения на крутильном маятнике с малой амплитудой колебаний деструктивных процессов не происходит. В пользу последнего утверждения говорит высокая воспроизводимость измерения внутреннего трения на одних и тех же растворах (таблица 2).

Практический вывод из полученных закономерностей следующий: – в тех случаях, когда требуется информация о диссипативных процессах в пектиновых структурах при малых скоростях движения и сдвиговых нагрузках, следует опираться на данные по внутреннему трению, в других – на приведенные сведения по их вязкости.

Однако степень разрушения структуры при достаточно сильном воздействии может быть различной.

Поэтому на третьем этапе исследования изучали тиксотропию – способность субстанции уменьшать вязкость (разжижаться) от механического воздействия и увеличивать вязкость (сгущаться) в состоянии покоя [2, 3]. Полученные данные представлены в таблице 9.

Таблица 9.

Тиксотропный индекс пектиновых растворов

Table 9.

Thixotropic index of pectin solutions

Показатель/ Indicator	Вид пектиновых веществ и их комбинации Type of pectic substances and their combinations					
	Я | I	Ц | C	С | S	ЯС | IS	ЯЦ | IC	ЦС | CS
ηL, сПз (100 мин$^{-1}$)	409,7	573	404,1	261,4	431,7	708,4
ηH, сПз (200 мин$^{-1}$)	368	524,8	260,9	244	391,8	622,6
Тиксотропный индекс | Thixotropic Index	1,10	1,10	1,60	1,10	1,10	1,14

Как показывают данные таблицы 9, тиксотропный индекс пектиновых растворов изменяется от 1,1 (Я) до 1,6 (Ц).

Сравнительный анализ тиксотропного индекса во всех вариантах эксперимента показывает, что:

– яблочный пектин самостоятельно и в комбинациях имеет практически одинаковый показатель;

– свекловичный пектин увеличивает (снижает) свой показатель в комбинации с цитрусовым (яблочным);

– цитрусовый пектин снижает свой показатель в комбинациях со свекловичным и яблочным.

Заключение

1. Внутреннее трение в пектиновых растворах и их динамическая вязкость зависят от вида пектиновых веществ и их комбинаций.

2. Внутреннее трение в пектиновых растворах максимально для яблочного пектина, а динамическая вязкость – для комбинации пектинов цитрусового со свекловичным. При комбинировании пектинов оба показателя имеют наибольшее значение для комбинации цитрусового со свекловичным.

3. Полученные данные о вязкости, внутреннем трении и тиксотропном индексе растворов различных видов и комбинаций пектинов дают возможность регулирования реологических свойств пищевых систем с добавлением пектиновых веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1 Крупенникова В.Е., Раднаева В.Д., Танганов Б.Б. Определение динамической вязкости на ротационном вискозиметре Brookfield RVDV-II+ Pro. Методическое указание. Улан-Удэ: Издательство ВСГТУ, 2011. 248 с.

2 Овчинников П.Ф., Круглицкий Н.Н., Михайлов Н.В. Реология тиксотропных систем. Киев: Наукова думка, 2010. 120 с.

3 Новый справочник химика и технолога. Электродные процессы. Химическая кинетика и диффузия. Коллоидная химия; под ред. Королева В.И. СПб: НПО «Профессионал», 2017. 838 с.

4 Хатко З.Н., Ашинова А.А. Пектиносодержащие пленочные структуры: монография. Майкоп: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2019. 111 с.

5 Антипова Л.В., Титов С.А., Жданов В.Н., Карпак А.Н. Использование измерений внутреннего трения для исследования ультра- и нанофильтрации модифицированной творожной сыворотки // Вестник ВГУИТ. 2018. № 4 (80). С. 298–303.

6 Torkova A.A., Lisitskaya K.V., Filimonov I.S., Glazunova O.A. et al. Physicochemical and functional properties of Cucurbita maxima pumpkin pectin and commercial citrus and apple pectins: A comparative evaluation // PloS one. 2018. V. 13. № 9. P. 176–185.

7 Bai L., Liu F., Xu X., Huan S. et al. Impact of polysaccharide molecular characteristics on viscosity enhancement and depletion flocculation // Food Engineering. 2017. V. 207. P. 35–45.

8 Silva B.L.L., Costa B.S., Garcia-Rojas E.E. Binary and ternary mixtures of biopolymers and water: viscosity, refractive index and density // International Journal of Thermal Physics. 2016. V. 37. № 8. P. 79.

9 Canteri-Schemin M.H., Fertonani H.C.R., Waszczynskyj N., Wosiacki G. Extraction of pectin from apple pomace // Brazilian Archives of Biology and Technology. 2005. V. 48. № 2. P. 259–266.

10 Einhorn-Stoll U. The interaction of pectin and water in food products – from powder to gel // Food hydrocolloids. 2018. V. 78. P. 109–119.

REFERENCES

1 Krupennikova V.E., Radnaev V.D., Tanganov B.B. Determination of dynamic viscosity on a rotational viscometer Brookfield RVDV-II + Pro. Methodical instructions. Ulan-Ude, VSSTU Publishing House, 2011. 248 p. (in Russian).

2 Ovchinnikov P.F., Kruglitsky N.N., Mikhailov N.V. Rheology of thixotropic systems. Kiev, Naukova Dumka, 2010. 120 p. (in Russian).

3 New reference chemist and technologist. Electrode processes. Chemical kinetics and diffusion. Colloid chemistry; ed. Koroleva V.I. St. Petersburg, NPO "Professional", 2017. 838 p. (in Russian).

4 Khatko Z.N., Ashinova A.A. Pectin containing film structures: monograph. Maykop, FSBEI HPE "MSTU", 2019. 111 p. (in Russian).

5 Antipova L.V., Titov S.A., Zhdanov V.N., Karpak A.N. The use of measurements of internal friction for the study of ultrafiltration and nanofiltration of modified curd whey. Proceedings of VSUET. 2018. no. 4 (80). pp. 298–303. (in Russian).

6 Torkova A.A., Lisitskaya K.V., Filimonov I.S., Glazunova O.A. et al. Physicochemical and functional properties of Cucurbita maxima pumpkin pectin and commercial citrus and apple pectins: A comparative evaluation. PloS one. 2018. vol. 13. no. 9. pp. 176–185.

7 Bai L., Liu F., Xu X., Huan S. et al. Impact of polysaccharide molecular characteristics on viscosity enhancement and depletion flocculation. Food Engineering. 2017. vol. 207. pp. 35–45.

8 Silva B.L.L., Costa B.S., Garcia-Rojas E.E. Binary and ternary mixtures of biopolymers and water: viscosity, refractive index and density. International Journal of Thermal Physics. 2016. vol. 37. no. 8. pp. 79.

9 Canteri-Schemin M.H., Fertonani H.C.R., Waszczynskyj N., Wosiacki G. Extraction of pectin from apple pomace. Brazilian Archives of Biology and Technology. 2005. vol. 48. no. 2. pp. 259–266.

10 Einhorn-Stoll U. The interaction of pectin and water in food products – from powder to gel. Food hydrocolloids. 2018. vol. 78. pp. 109–119.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зурет Н. Хатко д.т.н., зав. кафедрой технологии пищевых продуктов и организации питания, Майкопский государственный технологический университет, ул. Первомайская, 191, г. Майкоп, 385000, Россия, znkhatko@mail.ru.

Сергей А. Титов д.т.н., профессор кафедры физики теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, 125titov@yandex.ru

Анжелика А. Ашинова мл. научный сотрудник, кафедра технологии пищевых продуктов и организации питания, Майкопский государственный технологический университет, ул. Первомайская, 191, г. Майкоп, 382000, Россия, divaa2012@yandex.ru

Екатерина М. Колодина аспирант, кафедра технологии пищевых продуктов и организации питания, Майкопский государственный технологический университет, ул. Первомайская, 191, г. Майкоп, 385000, Россия, goodwill_katya@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 30.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Zuret N. Khatko Dr. Sci. (Engin.), food technology and catering department, Maikop State University of Technology, Pervomayskaya str., 191, Maikop, 385000, Russia, znkhatko@mail.ru.

Sergey A. Titov Dr. Sci (Engin), professor, physics, heating engineering and heart power engineering department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, 125titov@yandex.ru

Angelika A. Ashinova junior researcher, food technology and catering department, Maikop State University of Technology, Maikop state University of technology, Pervomayskaya str., 191, Maikop, 382000, Russia, divaa2012@yandex.ru

Ekaterina M. Kolodina graduate student, food technology and catering department, Maikop State University of Technology, Pervomayskaya str., 191, Maikop, 385000, Russia, goodwill_katya@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in writing the manuscript and are responsible for plagiarism.

CONFLICT OF INTEREST

The author declares no conflict of interest.

RECEIVED 4.30.2019

ACCEPTED 5.20.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.644.2

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-139-146

Влияние порошка плодов черноплодной рябины на потребительские свойства бисквитов

Анна Е. Ковалева [1] a.e.kovaleva@yandex.ru
Эльвира А. Пьяникова [1] alia1969@yandex.ru

[1] Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследования влияния сухого порошка плодов черноплодной рябины (аронии) на потребительские свойства бисквитов, в которых пшеничную муку высшего сорта заменяли овсяной мукой и, в свою очередь, часть овсяной - 5, 10 и 15% порошка плодов и какао-порошка. Введение в рецептуру какао-порошка было вызвано тем, что порошок плодов черноплодной рябины в чистом виде имел темный цвет, который в выпеченном изделии переходил в серо-зеленый, что влияло на органолептические свойства выпеченного бисквита, делая его непривлекательным. Для устранения этих недостатков в рецептуру был введен какао-порошок в соотношении 1:1 с порошком плодов черноплодной рябины. С увеличением доли вносимого порошка плодов черноплодной рябины массовая доля влаги уменьшалась, что можно объяснить уменьшением количества используемой овсяной муки (за счет ее замены порошком плодов). По своей природе овсяная мука содержит большое количество пищевых волокон , которые обладают влагоудерживающей способностью, поэтому с уменьшением количества овсяной муки в изделиях уменьшается их влажность. На пористость готового продукта вносимые ингредиенты не влияют, но, тем не менее, этот показатель ниже, чем у бисквитов, выпеченных из пшеничной муки высшего сорта (порядка 75-80%). Щелочность у всех образцов бисквитов составила 0,3 град. В целом разработанные модельные образцы бисквитов с добавлением дикорастущего плодово-ягодного сырья получились довольно хорошего качества. По итогам анализа органолептических и физико-химических показателей для внедрения в массовое производство можно рекомендовать образцы бисквитов с добавлением 10% порошка черноплодной рябины.

Ключевые слова: порошок плодов черноплодной рябины, бисквиты, мука овсяная, органолептические и физико-химические показатели, сроки годности

Influence of aronia fruit powder on consumer properties of biscuits

Anna E. Kovaleva [1] a.e.kovaleva@yandex.ru
Elvira A. Pyanikova [1] alia1969@yandex.ru

[1] South-West state University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia

Abstract. The results of the influence of the dry powder of the fruits of the Aronia on consumer properties of biscuits, in which wheat flour of the highest grade was replaced with oat flour and, in turn, part of the oat flour - 5, 10 and 15% of fruit powder and cocoa powder are presented. Introduction to the recipe of cocoa powder was due to the fact that the Aroniapowder had a dark color, which turned into grey-green in the baked product, therefore affecting the organoleptic properties of baked biscuit, making it unattractive. This was confirmed experimentally during baking samples of biscuits (sample No. 1). Therefore, to eliminate these drawbacks, cocoa powder was introduced into the recipe in a 1: 1 ratio with Aronia. With an increase in the proportion of applied fruit powder of Aronia, the mass amount of moisture decreased, which can be explained by a decrease in the amount of oat flour used (due to its replacement by fruit powder). By its nature, oatflour contains a large amount of dietary fiber, which has a water-holding capacity, therefore, with a decrease in the amount of oat flout in products, their moisture content decreases. The porosity of the finished product is not affected by the added ingredients, nevertheless, this figure is lower than that of biscuits baked from wheat flour of the highest grade (about 75-80%). Alkalinity in all samples of biscuits was 0.3 degrees. In general, the developed model samples of biscuits with the addition of wild fruit and berry raw materials turned out to be of pretty good quality. According to the results of the analysis of organoleptic and physicochemical parameters for the introduction into mass production, it is possible to recommend samples of biscuits with the addition of 10% of Aronia powder. When establishing expiration dates, it was found that the process of staling proceeds in the samples rather slowly, and the recommended expiration dates for the finished product are 96 hours.

Keywords: Aronia powder, biscuits, oatmeal flour, organoleptic and physico-chemical indicators, shelf life

Введение

Как показывают исследования в области диетологии, увеличению продолжительности жизни человека способствует замена части несбалансированных продуктов питания полноценными пищевыми продуктами на основе растительного сырья, в том числе и применением функциональных ингредиентов в производстве кондитерских изделий.

В связи с формированием в последнее время системы здорового питания необходима разработка технологии производства кондитерских изделий с введением в их состав функциональных ингредиентов, не изменяющих органолептические свойства продукта, но способствующих снижению калорийности [1].

Одним из перспективных направлений повышения биологической ценности сдобных изделий является расширение ассортимента за счет использования нетрадиционных видов сырья [2].

Для цитирования

Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А. Влияние порошка плодов черноплодной рябины на потребительские свойства бисквитов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 139–146. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-139-146

For citation

Kovaleva A.E., Pyanikova E.A. Influence of aronia fruit powder on consumer properties of biscuits. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 139–146. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-139-146

Среди растительной пищи ягоды характеризуются высоким содержанием биологически активных веществ, в том числе полифенолов. Поэтому они являются подходящим сырьем для разработки функциональных напитков и продуктов [3, 4], а это основная причина научного интереса к богатым полифенолом ягодам в последние годы.

Плоды черноплодной рябины (Aroniamelanocarpa) являются одними из богатейших источников полифенолов и антоцианов и подходящим сырьем для производства функциональных продуктов питания. Популярность черноплодной рябины объясняется не только ее питательной ценностью, но и постоянно появляющимися доказательствами ее благотворного воздействия на здоровье [5-7].

Плоды черноплодной рябины имеют гипотензивные [8, 9], липидпонижающие [10], гастрозащитные [11], гепатопротекторные [12, 13] и антикарциногенные эффекты [14, 15]. В последнее время препараты рябины черноплодной проявляют противовирусную активность [16], антиагрегантный эффект [17], защитный эффект против кадмиевой интоксикации [18], противовоспалительный эффект у больных с милдлиеватным артериальным давлением [19]. Кроме того, арония также показала потенциал в контроле диабета 2-го типа [20]. Высокое содержание сорбита является наиболее характерной особенностью черноплодной рябины, которая может быть использована в качестве маркера подлинности ее продукции. Кроме того, эта интенсивно окрашенная ягода является источником антоцианов, проантоцианидинов и гидроксикоричных кислот.

Материалы и методы

Выпечка модельных образцов бисквитов с использованием дикорастущего плодово-ягодного сырья, произрастающего в Курской области, осуществлялась в лабораторных условиях (рисунок 1).

Для приготовления бисквита овсяную муку и порошки дикорастущего плодово-ягодного сырья просеивали 2 раза через сито диаметром не боле 2 мм для насыщения кислородом и равномерного распределения в тесте.

Вымытые и просушенные яйца разделяли на желтки и белки. Затем желтки взбивали миксером с 2/3 части сахара-песка до полного растворения кристалликов сахара. Полученная масса становилась светлой и густой.

В другой посуде взбивали белки до устойчивых пиков, добавляли оставшийся сахар и взбивали данную массу до глянца и более плотной консистенции.

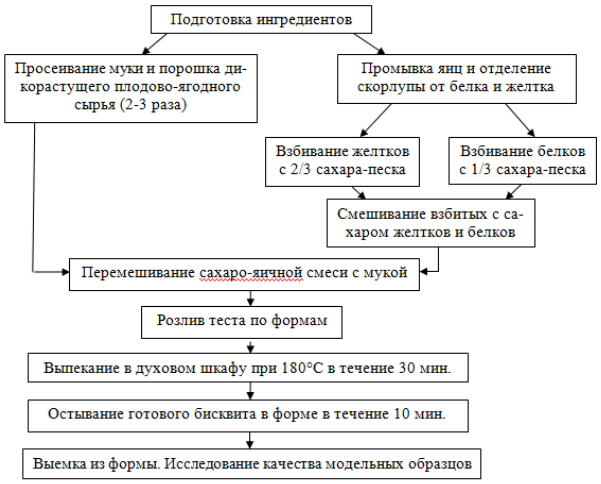


Рисунок 1. Технологический процесс производства бисквитов

Figure 1. Technological process of biscuit production

После этого взбитые белки добавляли к желтковой массе и лопаточкой осторожно смешивали. Затем аккуратно добавляли просеянную муку и порошки дикорастущего плодово-ягодного сырья, при этом энергично перемешивали. Перемешивание вели от края миски, как бы опуская тесто в середину.

Готовое тесто разливали в алюминиевые или силиконовые формы и отправляли в предварительно разогретый до 180 °С духовой шкаф на 30 мин.

Бисквит должен был подняться и приобрести светло-коричневый цвет. Готовность выпеченного продукта определяли путем протыкания изделия зубочисткой. У готового изделия на зубочистке ничего не оставалось (она была чистая и сухая). Кроме этого, готовая выпечка пружинила при нажатии на нее.

Готовый горячий бисквит доставали из духового шкафа и оставляли в форме для остывания на 10 мин. Этого времени достаточно, чтобы между выпечкой и бортиками формы появилась небольшая щель, за счет которой бисквит легко можно будет вынуть. Опрокидывали бисквит на решетку для полного остывания и удаления излишней влаги. Дальнейшее исследование бисквита проводили только через 16 ч.

Опытные и контрольные образцы готовились из одних партий сырья. Отбор и подготовку проб для лабораторных исследований проводили согласно единой методике изучения свойств готовых изделий по ГОСТ 5904 «Изделия кондитерские. Правила приемки, методы отбора и подготовки проб», и методу отбора проб по ГОСТ 26669 «Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов».

Анализ готовых изделий проводили после их остывания, но не позднее, чем через 24 ч. Выпеченный бисквитный полуфабрикат оценивали по пористости, влажности, структурно-механическим свойствам мякиша, органолептическим показателям.

Органолептическая оценка качества разработанных образцов бисквитов осуществлялась по таким показателям, как форма, состояние и окраска поверхности, структура пористости, промес, эластичность, состояние мякиша, вкус и запах.

Выпеченное изделие должно иметь форму, соответствующую данному наименованию изделия без повреждений и с ровным обрезом. Поверхность должна быть от светло-коричневого до темно-коричневого цвета однородная, без подгорелостей.

Вид в разрезе – некрошащийся полуфабрикат, равномерный по толщине, хорошо пропеченный, с развитой пористостью, без закала и следов непромеса.

Вкус и запах у готового изделия должны быть соответствующие данному наименованию изделия без посторонних запаха и вкуса.

Массовую долю влаги (%) рассчитывали по формуле

$$B = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} 100,$$

где m_0 – масса бюксы, г; m_1 – масса бюксы с навеской до высушивания, г; m_2 – масса бюксы с навеской после высушивания, г [8].

Параллельно проводили несколько определений для получения более достоверных результатов. И за результат брали среднее арифметическое значение.

Пористость выпеченных изделий определяли стандартным методом с помощью прибора Журавлева. Для этого из куска мякиша на расстоянии не менее 1 см от корок делали выемки цилиндром пробника, для чего острый край цилиндра, предварительно смазанный растительным маслом, вводили вращательным движением в мякиш куска. Для определения пористости делали три цилиндрических выемки объемом (27 ± 0,5) $см^3$ каждая, которые взвешивали одновременно.

Пористость $П$ (%) вычисляли по формуле

$$П = -\frac{m}{\rho} V \times 100,$$

где V – общий объем выемок хлеба, $см^3$; m – масса выемок, г; ρ – плотность беспористой массы мякиша, $г/см^3$ (для хлеба из пшеничной муки высшего и первого сортов принимают равной 1,31 $г./см^3$) [9].

Для определения щелочности взвешивали 30 г. готового изделия и тонко измельчали его в ступке. Из полученного продукта отбирали 25 г., помещали в коническую колбу емкостью 500 мл, приливали 250 мл дистиллированной воды и энергично взбалтывали, пока навеска хорошо не перемешается с водой, затем раствору давали выстояться в течение 30 мин, продолжая взбалтывать через каждые 10 мин.

Через 30 мин содержимое колбы фильтровали через вату. Из фильтрата пипеткой в коническую колбу вместимостью 250 мл отбирали 50 мл и титровали 0,1 М раствором соляной кислоты в присутствии нескольких капель индикатора бром-тимолового синего. Титрование вели до наступления ярко выраженного желтоватого окрашивания.

Щелочность обогащенных модельных образцов бисквитных полуфабрикатов в градусах определяли по формуле

$$X = \frac{V \times 10 V_1}{V_2 \times M},$$

где V – объем раствора соляной кислоты (0,1 М), израсходованной на титрование, мл; V_1 – объем дистиллированной воды, взятой для растворения навески, мл; V_2 – объем фильтрата, взятый для титрования, мл; M – навеска, г.

Щелочность вычисляли с точностью до 0,1 °. Расхождения между результатами двух параллельных определений не должны превышать 0,2 ° [10].

Для установления сроков годности модельных образцов мучных кондитерских изделий (бисквитов) было проведено исследование влияния полной замены пшеничной муки высшего сорта овсяной мукой и порошком плодов черноплодной рябины на изменение качества изделий в процессе хранения. Для этого был проведен анализ степени сохранения изделиями влаги в течение 5 сут. Данный показатель определяли каждые сутки. Хранение модельных образцов мучных кондитерских изделий (бисквитов) осуществляли при температуре 18 °С и относительной влажности воздуха 75%, т. е. в условиях, приближенных к производственным.

Результаты и обсуждение

Для выпечки экспериментальных образцов мучных кондитерских изделий (бисквитов) была выбрана рецептура по ГОСТ [24].

В разработанных рецептурах бисквита осуществлялась 100%-ная замена пшеничной муки высшего сорта овсяной мукой, и частичная замена овсяной муки порошкам плодов черноплодной рябины в количестве 5%, 10% и 15% от общего количества муки.

Соответствующие разработанные рецептуры опытных образцов обогащенных бисквитов с добавлением порошка рябины черноплодной в расчете на 100 кг муки представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Рецептура модельных образцов бисквитов с добавлением порошка плодов черноплодной рябины

Table 1.

Recipe ofmodel samples of biscuits with the addition of powder of Aronia

Наименование ингредиента Ingriedients	Количество ингредиентов, кг Quantity of ingredients, kg		
	Образец № 1 Sample № 1	Образец № 2 Sample № 2	Образец № 3 Sample № 3
Яйца куриные (свежие) Eggs (fresh)	190	190	190
Сахар-песок Granulated sugar	100	100	100
Мука овсяная Oatmeat flour	95	90	85
Порошок плодов черноплодной рябины Powder of Aronia	5	10	15

Как видно из таблицы 1, в рецептуре бисквита с добавлением порошка плодов черноплодной рябины осуществлялось варьирование соотношения муки овсяной, порошка плодов черноплодной рябины и какао-порошка. Количество всех остальных ингредиентов (сахар-песок и яйца куриные (свежие) оставалось неизменным.

Введение в рецептуру какао-порошка было вызвано тем, что порошок плодов черноплодной рябины в чистом виде имеет темный цвет, который в выпеченном изделии переходит в серо-зеленый, что влияет на органолептические свойства выпеченного бисквита, делая его непривлекательным. Поэтому для устранения этих недостатков в рецептуру был введен какао-порошок в соотношении 1:1 с порошком плодов черноплодной рябины.

Приготовленные по указанным ранее рецептурам (таблица 1) модельные образцы бисквитов были исследованы по органолептическим и физико-химическим показателям, а также установлены их сроки годности.

Тест по оценке органолептических показателей проводился по 5-балльной шкале, где 1 балл означал самый низкий уровень приемки и 5 баллов – самый высокий [25]. Заполненные дегустаторами карты были проанализированы и рассчитан средний балл по каждому исследуемому показателю (таблица 2).

Таблица 2.

Результаты оценки органолептических показателей качества бисквитов с добавлением порошка плодов черноплодной рябины

Table 2.

The results of the evaluation of the organoleptic quality of biscuits with the addition of rose hip powder

Наименование показателя Indicator	Образец № 1 Sample № 1	Образец № 2 Sample № 2	Образец № 3 Sample № 3
Вкус Taste	3,8	5,0	5,0
Аромат Aroma	4,6	5,0	5,0
Мякиш Crumb	4,8	4,6	4,8
Пористость Porosity	4,8	5,0	5,0
Форма Shape	4,6	5,0	5,0
Состояние корочки Crust condition	3,2	4,8	4,6
Эластичность Elasticity	4,6	5,0	5,0
Общая сумма баллов Totalpoints	30,4	34,4	34,4

Как видно из данных таблицы 2, наименьшее количество баллов набрал образец № 1 – 30,4 балла. Средний балл по всем показателям у него составил 4,34. Из-за добавления 5% порошка черноплодной рябины бисквит приобрел серо-зеленый, не очень привлекательный цвет.

Однако, несмотря на низкий балл, образец имел хорошо пропеченный мякиш – за что получил 4,8 балла. Пористость у него была достаточно однородная и хорошо развитая. Образец № 1 имел правильную форму и по данному показателю набрал 4,6 балла. За показатель «состояние корочки» данный образец набрал лишь 3,2 балла. Один из дегустаторов поставил ему по данному показателю оценку «неудовлетворительно», отметив, что поверхность у него очень бледная и имеет серо-зеленый цвет.

По этой причине для устранения дефекта было принято решение ввести в рецептуру какао-порошок, заменив им часть муки. И в образцах № 2 и 3 количество какао-порошка вносилось эквивалентно количеству порошка черноплодной рябины (рисунок 2).

Образец № 2 Sample № 2 | Образец № 3 Sample № 3

Рисунок 2. Образцы бисквитов

Figure 2. Samples of biscuits

Данные образцы по всем показателям набрали по 34,4 балла. По показателям «вкус», «аромат», «пористость», «эластичность» и «форма» образцы № 2 и 3 набрали по 5 баллов. Они имели приятные вкус и аромат с легким привкусом и ароматом овсяной муки. Вкус порошка черноплодной рябины не ощущался. Пористость у них – развитая и однородная по всему периметру. Средний балл по всем показателям составил 4,9 балла.

За «состояние корочки» образец № 2 получил 4,8 балла, а образец № 3 – 4,6 балла. Корочка была бледноватая, золотисто-коричневого цвета с сероватым оттенком. Мякиш у обоих образцов слегка влажный, за что эксперты и снизили свои оценки.

В целом разработанные модельные образцы бисквитов с добавлением дикорастущего плодово-ягодного сырья получились довольно хорошего качества. По итогам анализа органолептических показателей модельных образцов бисквитов для внедрения в массовое производство можно рекомендовать образцы с добавление 10% порошка черноплодной рябины.

Перечень физико-химических показателей качества продукции специфичен для каждого вида продукции. Эти показатели заложены в нормативной, технической и технологической документации, контроль за которыми осуществляется в установленном порядке. Соблюдение физико-химических показателей качества обеспечивает стабильность состава и потребительских свойств продукции.

Дальнейшее исследование качества выпеченных образцов бисквитов проводилось по физико-химическим показателям: массовая доля влаги, щелочность и пористость (таблица 3).

Из полученных результатов исследования физико-химических показателей качества разработанных модельных образцов мучных кондитерских изделий видно, что массовая доля влаги с увеличением доли вносимого порошка плодов рябины уменьшается. Это можно объяснить тем, что содержание основного ингредиента – овсяной муки – уменьшается за счет ее замены порошком плодов рябины. По своей природе овсяная мука содержит большое количество пищевых волокон [13, 14], которые обладают влагоудерживающей способностью, поэтому с уменьшением количества овсяной муки в изделиях уменьшается их влажность.

Щелочность у всех модельных образцов составляет 0,3 град.

Таблица 3.

Результаты исследований физико-химических показателей качества мучных кондитерских изделий (бисквитов) с использованием порошка плодов черноплодной рябины

Table 3.

The results of the evaluation of the organoleptic quality of biscuits with the addition of powder of fruits of Aroniaonery products (biscuits) with the use of aronia fruit

Наименование показателя Indicator	Образец № 1 Sample № 1	Образец № 2 Sample № 2	Образец № 3 Sample № 3
Влажность, % Moisture, %	24,2	23,4	22,6
Щелочность, град. Alkalinity, scale	0,3	0,3	0,3
Пористость, % Porosity, %	62,3	62,5	62,6

Как видно из таблицы 3, вносимые ингредиенты на пористость не влияют, но, тем не менее, этот показатель ниже, чем у бисквитов, выпеченных из пшеничной муки высшего сорта (порядка 75–80%).

Проведенные исследования модельных образцов по установлению сроков годности позволили получить данные, представленные в таблице 4.

Таблица 4.

Изменение влажности исследуемых модельных образцов мучных кондитерских изделий (бисквитов) в процессе хранения в течение 5 сут

Table 4.

The change in humidity of the studied model samples of flour confectionery (biscuits) during storage for 5days

Продолжительность хранения, сутки Storage time, days	Влажность, % Moisture content, %		
	Образец № 1 Sample № 1	Образец № 2 Sample № 2	Образец № 3 Sample № 3
1	24,2	23,4	22,6
2	23,8	22,3	21,2
3	23,0	21,0	20,3
4	22,2	20,4	19,5
5	21,4	19,7	18,4

По данным таблицы 4 темпы и уровень снижения показателя влажности модельных образцов мучных кондитерских изделий (бисквитов) отличаются друг от друга незначительно. Уменьшение влаги каждые сутки происходило на 0,7% (±0,2%). В целом процесс черствения протекал довольно медленно, что возможно связано с заменой пшеничной муки высшего сорта овсяной мукой, богатой пищевыми волокнами, обладающими влагоудерживающими свойствами.

Пищевые волокна, входящие в состав растительных ингредиентов, характеризуются различной способностью сорбировать воду. Присутствие первичных и вторичных гидроксильных (целлюлозы, гемицеллюлозы), фенольных (лигнина), карбоксильных (гемицеллюлозы, пектиновых веществ) групп обусловливает межмолекулярное взаимодействие (водородные связи), способность сорбировать воду и другие полярные молекулы и ионы [28, 29].

Влага поглощается пищевыми волокнами в результате сорбции, накапливаясь на их поверхности, а затем распределяясь по всему объему путем диффузии. Поэтому влагоудерживающая способность пищевых волокон определяется размером их частиц.

В ходе исследований по установлению сроков годности разработанных образцов было выявлено, что на 5-е сут в процессе хранения на поверхности бисквитов появились очаги плесени. Поэтому для мучных кондитерских изделий (бисквитов) с использованием овсяной муки и порошка плодов рябины рекомендуемый срок годности составил не более 96 ч (4 сут).

Заключение

В ходе проведенных исследований установили, что:

— внесенные добавки овсяной муки, порошка плодов черноплодной рябины и какао благоприятно влияют на цвет и аромат готового продукта – он становится коричневатого цвета и приобретает легкий аромат внесенных добавок;

— с увеличением количества порошка плодов рябины массовая доля влаги уменьшается, а пористость меняется незначительно (на ±0,2%);

— оптимальная дозировка порошка плодов черноплодной рябины и какао-порошка в рецептуре бисквитов составляет по 10%;

— рекомендуемый срок годности разработанных модельных образцов бисквитов – 4 сут (96 ч).

ЛИТЕРАТУРА

1 Канарская З.А., Хузин Ф.К., Ивлева А.Р, Гематдинова В.М. Тенденции развития технологии кондитерских изделий // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 195–204.

2 Pyanikova E.A., Kovaleva A.E. Sales Management Mechanism and Methodologies for Solving the Problems of Special-Purpose Product Management and Sales // Emerging Issues in the Global Economy: International Economics Conference in Sibiu (IECS). Romania, 2017. P. 333–340.

3 Miller M.G., Shukitt-Hale B. Berry fruit enhances beneficial signaling in the brain // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2012. V. 60. № 23. P. 5709–5715.

4 Tsuda T. Dietary anthocyanin-rich plants: biochemical basis and recent progress in health benefits studies // Molecular Nutrition & Food Research. 2012. V. 56. № 1. P. 159–170.

5 Denev P.N., Kratchanov C.G., Ciz M., Lojek A. et al. Bioavailability and antioxidant activity of black chokeberry (Aronia melanocarpa) polyphenols: in vitro and in vivo evidences and possible mechanisms of action: a review // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2012. V. 11. № 5. P. 471–489,

6 Denev P., Lojek A., Ciz M., Kratchanova M. Antioxidant activity and polyphenol content of Bulgarian fruits // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2013. V. 19. № 1. P. 22–27.

7 Denev P., Kratchanova M., Petrova I., Klisurova D. et al. Black chokeberry (Aronia melanocarpa) polyphenols reveal different antioxidant, antimicrobial and neutrophil-modulating activities // Journal of Chemistry. 2018. V. 284. P. 108–117.

8 Park Y.M., Park J.B. The preventive and therapeutic effects of aronox extract on metabolic abnormality and hypertension // Journal of the Korean Society of Hypertension. 2011. V. 17. № 3. p. 95–102.

9 Hellstrom J.K., Torronen A.R., Mattila P.H. Proanthocyanidins in common food products of plant origin // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2009. V. 57. № 17. P. 7899–7906.

10 Valcheva-Kuzmanova S., Kuzmanov K., Tsanova-Savova S. et al. Lipid-lowering effects of Aronia melanocarpa fruit juice in rats fed cholesterol-containing diets // Journal of Food Biochemistry. 2007. V. 31. № 5. P. 589–602.

11 Valcheva-Kuzmanova S., Marazova K., Krasnaliev I., Galunska B. et al. Efect of Aronia melanocarpa fruit juice on indomethacin-induced gastric mucosal damage and oxidative stress in rats // Experimental and Toxicologic Pathology. 2005. V. 56. № 6. P. 385–392.

12 Valcheva-Kuzmanova S., Borisova P., Galunska B., Krasnaliev I. et al. Hepatoprotective effect of the natural fruit juice from Aronia melanocarpa on carbon tetrachloride-induced acute liver damage in rats // Experimental and Toxicologic Pathology. 2004. V. 56. № 3. P. 195–201.

13 Krajka-Kuzniak V., Szaefer H., Ignatowicz E., Adamska T. et al. Efect of chokeberry (Aronia melanocarpa) juice on the metabolic activation and detoxication of carcinogenic N-nitrosodiethylamine in rat liver // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2009. V. 57. № 11. P. 5071–5077.

14 Balansky R., Ganchev G., Iltcheva M. et al. Inhibition of lung tumor development by berry extracts in mice exposed to cigarette smoke // International Journal of Cancer. 2012. V. 131. № 9. P. 1991–1997.

15 Yaneva M.P., Botushanova A.D., Grigorov L.A., Kokov J.L. et al. Evaluation of the immunomodulatory activity of Aronia in combination with apple pectin in patients with breast cancer undergoing postoperative radiation therapy // Folia Medica. 2002. V. 44. № 1–2. P. 22–25.

16 Park S., Kim J.I., Lee I. et al. Aronia melanocarpa and its components demonstrate antiviral activity against influenza viruses // Biochemical and Biophysical Research Communications. 2013. V. 440. № 1. P. 14–19.

17 Daskalova E., Delchev S., Peeva Y. et al. Antiatherogenic and cardioprotective effects of black chokeberry (Aronia melanocarpa) juice in ageing rats // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2015. doi: 10.1155/2015/717439

18 Brzoska M., Rogalska J., Galazyn-Sidorczuk M., Jurczuk M. et al. Protective effect of Aronia melanocarpa polyphenols against cadmium-induced disorders in bone metabolism: a study in a rat model of life time human exposure to this heavy metal // Chemico-Biological Interactions. 2015. V. 229. P. 132–146. doi: 10.1016/ j.cbi.2015.01.031

19 Loo B.M., Erlund I., Koli R. et al. Consumption of chokeberry (Aronia mitschurinii) products modestly lowered blood pressure and reduced low-grade inflammation in patients with mildly elevated blood pressure // Nutrition Research. 2016. V. 36. № 11. P. 1222–1230. doi: 10.1016/j.nutres.2016.09.005

20 Simeonov S.B., Botushanov N.P., Karahanian E.B., Pavlova M.B. et al. Effects of Aronia melanocarpa juice as part of the dietary regimen in patients with diabetes mellitus // Folia Medica. 2002.V. 44. P. 20–23.

21 ГОСТ 5900–2014. Изделия кондитерские. Определение массовой доли влаги и сухих веществ. Введен 01.07.2016. М.: СтандартИнформ, 2015. 8 с.

22 ГОСТ 5669–96. Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости. Введен 31.07.1997. М.: СтандартИнформ, 1996. 2 с.

23 ГОСТ 5898–87. Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности. Введен01.01.1989. М.: СтандартИнформ, 1989. 9 с.

24 Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А. Влияние порошка плодов дикорастущего шиповника на потребительские свойства бисквитов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 1. С. 256–262.

25 Resurreccion A.V.A. Consumer sensory testing for product development. Springer, 1998. 254 p.

26 Толстова Е.Г. Возможность обогащения кондитерских изделий пищевыми волокнами // Вестник НГИЭИ. 2012. № 6 (13). С. 83–91.

27 Ипатова Л.Г., Кочеткова А.А., Нечаев А.П., Тарасова В.В. и др. Пищевые волокна в продуктах питания // Пищевая промышленность. 2007. № 5. С. 8–10.

28 Мерман А.Д. Разработка и оценка качества мучных кондитерских изделий с растительными маслами: автореф. дис. канд. техн. наук. Кемерово, 2013. 22 с.

29 Овчинникова Е.В., Ковалева А.Е. Обоснование использования сухой питательной смеси для улучшения качественных характеристик хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // Проблемы импортозамещения и безопасности регионального потребительского рынка: материалы форума 16 декабря 2016 года, г. Орел; Под общ. ред. д-ра техн. наук, доц. Евдокимовой О.В., д-ра техн. наук, проф. Ивановой Т.Н. Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2017. С. 156–162.

REFERENCES

1 Kanarskaya Z.A., Huzin F.K., Ivleva A.R, Gematdinova V.M. Trends in the development of confectionery technology . *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 195–204. (in Russian).

2 Pyanikova E.A., Kovaleva A.E. Sales Management Mechanism and Methodologies for Solving the Problems of Special-Purpose Product Management and Sales. Emerging Issues in the Global Economy: International Economics Conference in Sibiu (IECS). Romania, 2017. pp. 333–340.

3 Miller M.G., Shukitt-Hale B. Berry fruit enhances beneficial signaling in the brain. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2012. vol. 60. no. 23. pp. 5709–5715.

4 Tsuda T. Dietary anthocyanin-rich plants: biochemical basis and recent progress in health benefits studies. Molecular Nutrition & Food Research. 2012. vol. 56. no. 1. pp. 159–170.

5 Denev P.N., Kratchanov C.G., Ciz M., Lojek A. et al. Bioavailability and antioxidant activity of black chokeberry (Aronia melanocarpa) polyphenols: in vitro and in vivo evidences and possible mechanisms of action: a review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2012. vol. 11. no. 5. pp. 471–489,

6 Denev P., Lojek A., Ciz M., Kratchanova M. Antioxidant activity and polyphenol content of Bulgarian fruits. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2013. vol. 19. no. 1. pp. 22–27.

7 Denev P., Kratchanova M., Petrova I., Klisurova D. et al. Black chokeberry (Aronia melanocarpa) polyphenols reveal different antioxidant, antimicrobial and neutrophil-modulating activities. Journal of Chemistry. 2018. vol. 284. pp. 108–117.

8 Park Y.M., Park J.B. The preventive and therapeutic effects of aronox extract on metabolic abnormality and hypertension. Journal of the Korean Society of Hypertension. 2011. vol. 17. no. 3. pp. 95–102.

9 Hellstrom J.K., Torronen A.R., Mattila P.H. Proanthocyanidins in common food products of plant origin. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2009. vol. 57. no. 17. pp. 7899–7906.

10 Valcheva-Kuzmanova S., Kuzmanov K., Tsanova-Savova S. et al. Lipid-lowering effects of Aronia melanocarpa fruit juice in rats fed cholesterol-containing diets. Journal of Food Biochemistry. 2007. vol. 31. no. 5. pp. 589–602.

11 Valcheva-Kuzmanova S., Marazova K., Krasnaliev I., Galunska B. et al. Effect of Aronia melanocarpa fruit juice on indomethacin-induced gastric mucosal damage and oxidative stress in rats. Experimental and Toxicologic Pathology. 2005. vol. 56. no. 6. pp. 385–392.

12 Valcheva-Kuzmanova S., Borisova P., Galunska B., Krasnaliev I. et al. Hepatoprotectiv effect of the natural fruit juice from Aronia melanocarpa on carbon tetrachloride-induced acute liver damage in rats. Experimental and Toxicologic Pathology. 2004. vol. 56. no. 3. pp. 195–201.

13 Krajka-Kuzniak V., Szaefer H., Ignatowicz E., Adamska T. et al. Efect of chokeberry (Aronia melanocarpa) juice on the metabolic activation and detoxication of carcinogenic N-nitrosodiethylamine in rat liver. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2009. vol. 57. no. 11. pp. 5071–5077.

14 Balansky R., Ganchev G., Iltcheva M. et al. Inhibition of lung tumor development by berry extracts in mice exposed to cigarette smoke. International Journal of Cancer. 2012. vol. 131. no. 9. pp. 1991–1997.

15 Yaneva M.P., Botushanova A.D., Grigorov L.A., Kokov J.L. et al. Evaluation of the immunomodulatory activity of Aronia in combination with apple pectin in patients with breast cancer undergoing postoperative radiation therapy. Folia Medica. 2002. vol. 44. no. 1–2. pp. 22–25.

16 Park S., Kim J.I., Lee I. et al. Aronia melanocarpa and its components demonstrate antiviral activity against influenza viruses. Biochemical and Biophysical Research Communications. 2013. vol. 440. no. 1. pp. 14–19.

17 Daskalova E., Delchev S., Peeva Y. et al. Antiatherogenic and cardioprotective effects of black chokeberry (Aronia melanocarpa) juice in ageing rats. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2015. doi: 10.1155/2015/717439

18 Brzoska M., Rogalska J., Galazyn-Sidorczuk M., Jurczuk M. et al. Protective effect of Aronia melanocarpa polyphenols against cadmium-induced disorders in bone metabolism: a study in a rat model of life time human exposure to this heavy metal. Chemico-Biological Interactions. 2015. vol. 229. pp. 132–146. doi: 10.1016/j.cbi.2015.01.031

19 Loo B.M., Erlund I., Koli R. et al. Consumption of chokeberry (Aronia mitschurinii) products modestly lowered blood pressure and reduced low-grade inflammation in patients with mildly elevated blood pressure. Nutrition Research. 2016. vol. 36. no. 11. pp. 1222–1230. doi: 10.1016/j.nutres.2016.09.005

20 Simeonov S.B., Botushanov N.P., Karahanian E.B., Pavlova M.B. et al. Effects of Aronia melanocarpa juice as part of the dietary regimen in patients with diabetes mellitus. Folia Medica. 2002.vol. 44. pp. 20–23.

21 GOST 5900–2014. Izdeliya konditerskiye. Opredeleniye massovoy doli vlagi i sukhikh veshchestv [State Standard 5900–2014. Confectionery products. Determination of the mass fraction of moisture and dry matter]. Moscow, StandardInform, 2015. 8 p. (in Russian).

22 GOST 5669–96. Khlebobulochnyye izdeliya. Metod opredeleniya poristosti [State Standard 5669–96. Bakery products. Method of porosity determination]. Moscow, StandardInform, 1996. 2 p. (in Russian).

23 GOST 5898–87. Izdeliya konditerskiye. Metody opredeleniya kislotnosti i shchelochnosti [State Standard 5898–87. Confectionery products. Methods for the determination of acidity and alkalinity]. Moscow, StandardInform, 1989. 9 p. (in Russian).

24 Kovaleva A.E., Pyanikova E.A. Effect of wild rose hip fruit powder on consumer properties of biscuit. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 1. pp. 256–262. (in Russian).

25 Resurreccion A.V.A. Consumer sensory testing for product development. Springer, 1998. 254 p.

26 Tolstova E.G. Possibility of enrichment of confectionery products with dietary fiber. *Vestnik NGIEI* [Herald NGIEI]. 2012. no. 6 (13). pp. 83–91. (in Russian).

27 Ipatova L.G., Kochetkova A.A., Nechaev A.P., Tarasova V.V. et al. Dietary fiber in food. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry]. 2007. no. 5. pp. 8–10. (in Russian).

28 Merman A.D. Razrabotka i otsenka kachestva muchnykh konditerskikh izdeliy s rastitel'nymi maslami [Development and quality assessment of flour confectionery products with vegetable oils]. Kemerovo, 2013. 22 p. (in Russian).

29 Ovchinnikova E.V., Kovaleva A.E. Justification of the use of dry nutrient mixture to improve the quality characteristics of bakery and flour confectionery products. *Problemy importozameshcheniya i bezopasnosti regional'nogo potrebitel'skogo rynka* [Problems of import substitution and security of the regional consumer market: forum materials]. Orel, Oryol State University named after I.S. Turgenev, 2017. pp. 156–162. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анна Е. Ковалева к.х.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, a.e.kovaleva@yandex.ru

Эльвира А. Пьяникова к.т.н., доцент, зав. кафедрой, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, alia1969@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Анна Е. Ковалева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты
Эльвира А. Пьяникова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 17.05.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.06.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Anna E. Kovaleva Cand. Sci. (Chem.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West state University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, a.e.kovaleva@yandex.ru

Elvira A. Pyanikova Cand. Sci. (Chem.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West state University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, alia1969@yandex.ru

CONTRIBUTION

Anna E. Kovaleva review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Elvira A. Pyanikova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.17.2019

ACCEPTED 6.4.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 613.26

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-147-153

Клинические испытания витаминно-минерального комплекса для лечения детей с травматологическим профилем

Андрей А. Вековцев [1] pvm1947@bk.ru
Боисджони Тохириён [2] tohiriyoni@gmail.com
Григорий В. Слизовский [3] pvm1947@bk.ru
Валерий М. Позняковский [2] pvm1947@bk.ru

[1] Научно-производственное объединение «Арт-Лайф», Нахимова, 8/2, г. Томск, 634034, Россия
[2] Уральский государственный экономический университет, 8 марта 62, г. Екатеринбург, 620144, Россия
[3] Сибирский государственный медицинский университет, Московский тракт 2, г. Томск, 634050, Россия

Аннотация. Разработан витаминно-минеральный комплекс в таблетированной форме биологически активной добавки **(**БАД), состоящей из следующих ингредиентов: гидроксиаппатит кальция, магния оксида, хондроитинсульфата, витамина С, кремния оксида, цинка оксида, марганца сульфата, бора глицирата, хрома пиколината и холекальциферола. Качественный и количественный состав рецептурных компонентов научно обоснован, исходя из их биохимических и фармакологических характеристик. Представлены доказательные клинические материалы эффективности и функциональной направленности БАД путем ее включения в комплексное лечение детей с переломами длинных трубчатых костей по одной капсуле два раза (дети 3–7 лет) и по одной капсуле три раза в день (8–14 лет). Изучали содержание фосфора, ионизированного кальция, щелочной фосфатазы сыворотки крови, проводили рентгенологические исследования, лазерную доплеровскую флуометрию. Применение диетотерапии снижало болевой синдром и посттравматический отек мягких тканей, что позволило ограничить назначение анальгетиков и уменьшить сроки реабилитации. Нормализовались биохимические показатели. Сделано заключение о положительном влиянии витаминно-минерального комплекса на функционирование суставов и восстановительные процессы при трофических нарушениях мягких тканей и развитии посттравматического отека. Разработаны рекомендации для репрезентативных групп детей с травматологическим профилем: 3–7 лет – по одной капсулы два раза, 8–14 лет – по одной капсулы три раза в день во время приема пищи. Специализированный продукт производится на предприятиях компании «Арт-Лайф» (г. Томск), сертифицированных по требованиям международных стандартов 9001,22000 и правил GMP, обеспечивающих конкурентоспособность и стабильность качественных характеристик.

Ключевые слова: витаминно-минеральный комплекс, клинические испытания, эффективность, функциональная направленность

Clinical trials of the vitamin-mineral complex for the treatment of children with a trauma profile

Andrey A. Vekovtsev [1] pvm1947@bk.ru
Boisjoni Tohiriyon [2] tohiriyoni@gmail.com
Gregory V. Slizovsky [3] pvm1947@bk.ru
Valery M. Poznyakovsky [2] pvm1947@bk.ru

[1] Scientific-Production Association "Art-Life", Nakhimov, 8/2, Tomsk, 634034, Russia
[2] Ural State University of Economics, March 8, 62, Ekaterinburg, 620144, Russia)
[3] Siberian State Medical University, Moskovsky Trakt 2, Tomsk, 634050, Russia

Abstract. A vitamin-mineral complex in tablet form of a biologically active additive (BAA) was developed, consisting of the following ingredients: hydroxyapatite calcium, magnesium oxide, chondroitin sulfate, vitamin C, silicon oxide, zinc oxide, manganese sulfate, boron glycyrate, chromium picolinate and cholecalciferol. The qualitative and quantitative composition of prescription components is scientifically based on their biochemical and pharmacological characteristics. Evidence-based clinical materials on the effectiveness and functional orientation of dietary supplements are presented through its inclusion in the complex treatment of children with fractures of the long bones, one capsule twice (children 3–7 years old) and one capsule three times a day (8–14 years). Studied the content of phosphorus, ionized calcium, alkaline phosphatase of the blood serum, conducted x-ray, laser Doppler fluometry. The use of diet therapy reduced pain and post-traumatic soft tissue edema, which allowed us to limit the use of analgesics and reduce the time of rehabilitation. Normalized biochemical parameters. The conclusion was made about the positive effect of the vitamin-mineral complex on the functioning of the joints and the recovery processes in trophic soft tissue disorders and the development of post-traumatic edema. Recommendations were developed for representative groups of children with a traumatological profile: 3–7 years old — one capsule twice, 8–14 years old — one capsule three times a day during meals. A specialized product is produced at the enterprises of the Art-Life company (Tomsk), certified according to the requirements of international standards 9001,22000 and GMP rules, ensuring competitiveness and stability of quality characteristics.

Keywords: vitamin-mineral complex, clinical trials, efficacy, functional orientation

Для цитирования

Вековцев А.А., Тохириён Б., Слизовский Г.В., Позняковский В.М. Клинические испытания витаминно-минерального комплекса для лечения детей с травматологическим профилем // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 147–153. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-147-153

For citation

Vekovtsev A.A., Tohiriyon B., Slizovsky G.V., Poznyakovsky V.M. Clinical trials of the vitamin-mineral complex for the treatment of children with a trauma profile. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 147–153. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-147-153

Введение

Фактор питания в форме биологически активных комплексов является одним из стратегических направлений в области профилактики и комплексного лечения распространенных заболеваний. Одной из таких патологий являются повреждения опорно-двигательного аппарата, в том числе в детском возрасте, где переломы трубчатых костей составляют около 65% и нередко становятся причиной инвалидизации [1, 6, 7, 14].

При этом требуется понимание механизмов патофизиологических нарушений в зоне перелома, гемостатических изменений микроциркуляторного русла и процессов остеорепарации [4, 5, 8, 11, 13, 15].

Следует отметить, что у большинства детей отмечается нарушение репаративного остеогенеза и увлечение сроков регенерации поврежденной костной ткани. Это обусловлено повышением общей заболеваемости среди детского населения, ухудшением экологической обстановки, снижением неспецифической резистентности организма, что увеличивает сроки восстановительных процессов.

Проблема регуляции репаративной регенерации костной ткани при ее повреждении имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Поиск новых методов воздействия на остеогенез с целью ускорения репаративных процессов является одной из первоочередных задач не только в области травматологии и ортопедии, но и нутрициологии [2, 3, 5, 9, 10, 12].

Необходимо отметить имеющиеся недостатки в лечении больных по классической методике, заключающиеся в длительном пребывании больного в стационаре в условиях ограниченной двигательной активности, высоком риске осложнений в виде воспалительных явлений со стороны дыхательной системы, трофических нарушений мягких тканей, замедления консолидации. Вследствие значительных болевых ощущений в острый период травмы возрастает необходимость назначения наркотических анальгетиков. Продолжительное положение конечности без нагрузки приводит к нарушению функции суставов, дистрофическим нарушениям со стороны мышечной системы, что усугубляет течение восстановительного периода.

На основании изложенного установление особенностей репаративной регенерации при переломах длинных трубчатых костей у детей, а также возможность их комплексной коррекции с использованием диетотерапии представляется актуальным и важным. Одним из приоритетных направлений профилактики и комплексного лечения рассматриваемой патологии является использование специализированных продуктов с направленным функциональным действием, в том числе биологически активных добавок (БАД).

Цель работы – проведение клинических исследований для подтверждения эффективности и функциональной направленности нового вида биологически активной добавки для лечения детей с травматологическим профилем.

Объекты и методы

В программе исследования принимали участие 35 больных (21 мальчик и 14 девочек) с переломами длинных трубчатых костей, получавших лечение в отделении травматологии МЛПМУ Детской больницы № 4 г. Томска. Исследовались дети возрастных групп 3–6 и 7–14 лет.

Все больные были разделены на 2 группы: контрольную – 19, которой назначали лечение по классической методике, и основную – 16, получавшую криолечение и диетотерапию в виде БАД. Лечение больных основной группы проводили по разработанной методике, направленной на нормализацию реологических нарушений, улучшение микроциркуляции в зоне перелома, активизацию процессов репаративной регенерации костной ткани и создание условий для адекватного остеогенеза.

БАД назначали по 1 капсуле 2 раза для детей 3–7 лет и по 1 капсуле 3 раза в день для детей 8–14 лет во время еды.

Исследования выполнены на кафедре детских хирургических болезней Сибирского государственного медицинского университета (г. Томск) под руководством доктора медицинских наук, профессора Г.В. Слизовского.

Лабораторные испытания (биохимические исследования сыворотки крови) проводили натощак на следующее утро с момента поступления больного, а также в день поступления, на 14-е и 30-е сутки пребывания в стационаре. Анализы осуществляли за 30 мин до завтрака.

Биохимические анализы включали определение неорганического фосфора, ионизированного кальция и щелочной фосфатазы в сыворотке крови.

Инструментальные методы испытаний проводились с момента поступления больного в больницу (рентгенологическое исследование, лазерная доплеровская флуометрия).

Для изучения микроциркуляции применяли лазерную доплеровскую флуометрию крови [3, 13, 15] с использованием лазерного анализатора микроциркуляции крови отечественного производства Л1АКК-02. Метод основан на зондировании ткани лазерным изучением. Отраженное от ткани излучение обрабатывалось путем выделения из зарегистрированного сигнала доплеровского сдвига частоты отраженного сигнала, что пропорционально скорости движения эритроцитов. Неинвазивный метод лазерной доплеровской флуометрии дает возможность определить динамическую характеристику микроциркуляции крови, свидетельствующую о величине перфузии ткани кровью (изменение потока крови) в зондируемом объёме, в единицу времени. Регистрация ЛДФ-граммы осуществлялась до и через 20 мин после локального криовоздействия на кожу поврежденного сегмента.

Таким образом, возможность динамического исследования изменений тканевого кровотока под влиянием внутренних и внешних патологических воздействий, характерных для повреждений костной ткани у детей, а также проведение лазерной доплеровской флоуметрии и математической обработки полученной информации послужили основанием для применения рассматриваемого метода в комплексной оценке микроциркуляции у наблюдавшихся больных.

Рентгенографию выполняли при поступлении больных в клинику в условиях спокойного дыхания и задержки дыхания в фазе неглубокого вдоха в переднезадней и боковой проекциях после проведения закрытой ручной репозиции и монтажа скелетного вытяжения. Последующие исследования выполнялись дополнительно на 3-и, 14-е и 21-е сутки госпитализации в зависимости от тяжести перелома и течения травматической болезни.

Результаты и обсуждение

Научно обоснована рецептура витаминно-минерального комплекса в форме БАД, ингредиенты которой обладают синергическим действием в отношении коррекции обменных нарушений при патологиях костной ткани, мг в одной капсуле массой 0,75 г: гидроксиаппатит кальция, 24,41% – 350 (кальций – 85,4); магния оксид – 100 (магний – 60); хондроитинсульфат – 66; витамин С – 60; кремния оксид – 8 (кремний – 3,7); цинка оксид – 1,5 (цинк – 1,2); марганца сульфат – 0,8 (марганец – 0,26); бор глицират, 5% – 0,5 (бор – 0,025); хрома пиколинат – 8,5 мгк (хром – 1,25); холекальциферол (витамин D3) – 1,6 мгк.

Клинические испытания БАД показали, что средние значения содержания ионизированного кальция, неорганического фосфора и активность ЩФ в сыворотке крови у здоровых пациентов 3–7 лет составили 1,16 ммоль/л, 1,18 ммоль/л и 105,7 Ед./л, 8–14 лет – 1,09 ммоль/л, 1,22 ммоль и 102 Ед./л соответственно. У детей 3–7 и 8–14 лет с переломами длинных трубчатых костей активность ЩФ увеличилась в 2 раза относительно данных в группе контроля ($p1 < 0,05$), таблица 1.

Из представленных данных следует, что у больных детей 3–7 и 8–14 лет активность ЩФ была повышенной при сравнении с группой контроля ($p1 < 0,05$).

Количество фосфора до начала лечения регистрировалось на более высоком уровне относительно контроля: у детей 3–7 лет в 1,5, 8–14 лет – 1,3 раза ($p1 < 0,05$). Показано, что во 2-й группе у детей 8–14 лет уровень неорганического фосфора был ниже, чем у детей 3–7 лет ($p3 < 0,05$). Количество неорганического фосфора на 14-е сутки лечения во всех группах обследованных также оставалось выше, чем в группе контроля ($p1 < 0,05$). При этом у детей 3–7 лет отмечалось достоверное снижение его содержания по сравнению с периодом до начала лечения ($p4 < 0,05$). В группе детей 3–7 лет с применением стандартного метода лечения на 30-е сутки уровень неорганического фосфора был выше в 1,2 раза по отношению к группе детей 3–7 лет, получавших БАД ($p2 < 0,05$).

Содержание кальция у всех групп детей не изменялось по отношению к контролю на протяжении всего периода лечения ($p 1 > 0,05$).

Во всех возрастных группах детей с переломами длинных трубчатых костей отмечалось снижение активности ЩФ и уровня фосфора по отношению к предыдущему периоду исследования, что сопровождалось нормализацией концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови у детей 3–7 лет 1-й группы, получавших БАД. Вместе с тем у детей других групп величина данного показателя оставалась выше, чем в норме. Увеличенной по сравнению с уровнем контроля у детей 3–7 и 8–14 лет 1-й и 2-й группы, сохранялась также активность ЩФ.

Таблица 1.

Биохимические показатели крови у детей 3–7 и 8–14 лет при переломах длинных трубчатых костей (X ± m)

Table 1.

Blood biochemical parameters in children 3–7 and 8–14 years of age with fractures of long tubular bones (X ± m)

Показатели (Indicators)	Сроки обследования The timing of the survey	Дети с переломами			
		БАД (1-я группа) Supplements (1 group)		Со стандартным лечением (2-я группа) With standard treatment (1 group)	
		3–7 лет (years) n = 11	3–7 лет (years) n = 5	3–7 лет (years) n = 14	3–7 лет (years) n = 5
ЩФ, Ед./л	До лечения | Before treatment	241.42 ± 13.60 p1 <0.05	234.22 ± 10.33 p1 < 0.05	217.79 ± 10,32 p1 < 0.05	237,81 ± 11,25 p1 < 0.05
	На 14-й день лечения On the 14th day of treatment	220,85 ± 13, 60 p1 <0.05	204,22 ± 11,10 p1 < 0.05	208,85 ± 19,62 p1 < 0.05	205,58 ± 10,74 p1 < 0.05
	На 30-й день лечения On the 30th day of treatment	131,14 ± 14, 19 p1 <0.05 p4 <0.05 p5 <0.05	140,70 ± 7,11 p1 <0.05 p4 <0.05 p5 <0.05	129,80 ± 8,54 p1 <0.05 p4 <0.05 p5 <0.05	130,70 ± 11,18 p1 <0.05 p4 <0.05 p5 <0.05
Ca^{2+}, моль/л	До лечения | Before treatment	1,26 ± 0,07	1,20 ± 0,06	1,31 ± 0,12	1,12 ± 0,01
	На 14-й день лечения | On the 14th day of treatment	1,14 ± 0,03	1,12 ± 0,11	1,08 ± 0,05	1,20 ± 0,10
	На 30-й день лечения | On the 30th day of treatment	1,06 ± 0,02	1,08 ± 0,07	1,18 ± 0,01	1,06 ± 0,10
Р, ммоль/л	До лечения | Before treatment	1,82 ± 0,07 p1 <0.05	1,56 ± 0,07 p1 < 0.05	2,03 ± 0,08 p1 < 0.05	1,56 ± 07 p1 < 0.05 p3 < 0,05
	На 14-й день лечения the 14th day of treatment	1,55 ± 0,03 p1 <0.05 p4 < 0.05	1,83 ± 0,13 p1 < 0.05	1,82 ± 0,04 p1 < 0.05 p2 < 0.05 p4 < 0.05	1,60 ± 06 p1 < 0,05
	На 30-й день лечения On the 30th day of treatment	1,31 ± 0,03 p1 <0.05 p4 <0.05	1,46 ± 0,09 p1 <0.05 p4 <0.05	1,40 ± 0,02 p1 <0.05 p4 <0.05 p5 <0.05	1,41 ± 0,07 p1 <0.05 p4 <0.05

Применение диетотерапии приводило к уменьшению боли и негативного отношения к приему БАД в первые дни после поступления. Снижение болевой интенсивности позволяло ограничить необходимость применения анальгетиков у трети больных. Проведение лечения с назначением БАД в остром периоде способствовало снижению объема посттравматического отека мягких тканей. При использовании БАД каких-либо побочных эффектов не наблюдалось. Исследование объема движений близлежащих суставов свидетельствовало об уменьшении сроков реабилитации при постиммобилизационных контрактурах в 1,5 раза у детей основной группы, что выражалось в увеличении объема движений в суставе поврежденной конечности в наиболее короткие сроки при сравнении с группой контроля.

Результаты биохимических показателей подтверждаются ранее приведенными исследованиями содержания остеокальцина в крови детей аналогичного возраста при рассматриваемой патологии, а также изучением показателей коагуляционного гемостаза [3].

На примере больного пяти лет с диагнозом закрытого поперечного перелома средней трети правой бедренной кости имеется дополнительный пример эффективности использования витаминно-минерального комплекса.

При поступлении проведена закрытая ручная репозиция под местным обезболиванием, новокаиновая блокада в место перелома – 50 мл. На рентгенограммах после репозиции отмечено смещение обломков на Vi ширину диафиза, нарушения продольной оси отсутствовали. Пациент получал лечение: обезболивающие, скелетное вытяжение на балканской раме грузом 3 кг. После монтажа скелетного вытяжения проводился прием препарата БАД с контролем всех запланированных исследований: биохимические показатели крови, коагулограмма, аутокоагуляционный тест, остеокальцин крови, рентгенография, лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови JIAKK-02. При сравнении биохимических показателей с больным, которому не проводились процедуры криотерапии, отмечалась высокая активность

остеогенеза. Остеокальцин сыворотки на 2-й неделе госпитализации составил 69 нг/мл. В сравнении с пациентом из контрольной группы, получавшим лечение по общепринятой методике, показатель активности остеокальцина был выше на 17% (в среднем 58 нг/мл). Щелочная фосфатаза крови на 10-й день госпитализации находилась на уровне 309 ммоль/л. Содержание ионизированного кальция и фосфора в исследуемой группе составила 2,13 и 1,55 ммоль/л соответственно. При сравнении с пациентами контрольной группы, получавшим лечение по общепринятой методике, показатели активности остеокальцина были выше в среднем на 12% (1,8 и 1,4 ммоль/л соответственно). Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови (ЛАКК-02), проводимая на 3-и, 8-е и 16-е сутки, выявила достоверное улучшение кровотока с первых дней пребывания больного в стационаре. Показатели флоуметрии по выраженности превосходили аналогичные в контрольной группе. Отмечено повешение уровня кровотока в среднем на 9% после процедуры и на 5% через 2 ч по окончании. Первые рентгенологические признаки формирования костной мозоли в исследуемой группе проявлялись на 2-й неделе госпитализации, что в среднем на 4 дня раньше контрольной. Показатели коагулограммы на 1-й неделе лечения составляли: фибриноген – 5,3 г/л, фибринолитическая активность – 7 мин, что свидетельствует о более высокой активности микроциркуляции по сравнению с контролем. Пребывание больного в стационаре составило 28 дней, и это в среднем на 3,5 дня меньше, чем у детей группы сравнения, получавших лечение по классической методике. Полное восстановление объема движений и возможность нагрузки конечности достигнуто через 3 недели.

Положительное влияние БАД на опорно-двигательную систему обусловлено функциональными свойствами отельных ингредиентов и их точечным синергическим влиянием на коррекцию обменных процессов при рассматриваемой патологии: кальций составляет основу костной ткани, обеспечивает мышечное сокращение и передачу нервных импульсов, активизирует гормональный пул, участвует в процессах свертывания крови; магний контролирует метаболизм фосфора, углеводов, обеспечивает прочность костей, сокращение и расслабление мышц: бор является активным участником обмена кальция и калия; марганец необходим для реализации функции нервной и опорно-двигательной систем; хром активизирует обмен углеводов, регулирует количество сахара в крови и обеспечивает клетки энергией. Наряду с этим другие действующие вещества в виде биомалекул витамина D хондроитинсульфата и аскорбиновой кислоты обладают дополнительным направленным действием в отношении сохранения структуры и функций костей, суставов и опорно-двигательной системы в целом.

Разработанный продукт производится на предприятиях компании «Арт-Лайф» (г. Томск). Стабильность качественных характеристик и конкурентоспособность обеспечивается внедрением стандартов серии ИСО 9001, 22000 и правил GMP.

Заключение

Диетотерапия в форме БАД положительно влияет на восстановительные процессы и функции близлежащих суставов у детей с переломами длинных трубчатых костей, реабилитационный период позволяет улучшить качество жизни больных детей с травматологическим профилем и имеет медико-социальную значимость. Применение БАД позволяет снизить назначение анальгетиков, предупредить трофические нарушения мягких тканей, исключить развитие посттравматического отека. Назначение БАД активирует процессы костного ремоделирования и благоприятно влияет на течение реабилитационного периода.

ЛИТЕРАТУРА

1 Австриевских А.Н., Вековцев А.А., Позняковский В.М. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. 416 с.

2 Вековцев А.А., Тохириён Б., Челнакова Д.А., Позняковский В.М. Научное обоснование и клиническая апробация новой формулы БАД у больных с деформирующим остеоартрозом // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2017. Т. 5. № 1. С. 59–65.

3 Кужеливский И.И., Уразова О.И., Слизовский Г.В., Масликов В.М. Динамика содержания остеокальцина и гемостазиологических показателей крови на фоне криолечения у детей с переломами длинных трубчатых костей // Сибирский медицинский журнал. 2008. № 5. С. 30–33.

4 Мусоев Д.С. Остеосинтез при лечении диафизарных переломов длинных трубчатых костей у детей // Вестник Авиценны. 2015. № 3 (64). С. 37–41.

5 Попов В.П., Здрелько В.П., Трухачев И.Г., Попов А.В. Осложнения при накостном остеосинтезе у больных с переломами длинных трубчатых костей // Гений ортопедии. 2014. № 2. С. 5–9.

6 Тутельян В.А., Спиричев В.Б., Суханов Б.П., Кудашева В.А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека. Справочное руководство по витаминам и минеральным веществам: руководство для последи-пломного образования врачей. М.: Колос, 2002. 29 с.

7 Челнакова Н.Г., Позняковский В.М. Питание и здоровье современного человека. Изд-во «Старые русские», 2015. 224 с.

8 Weaver C.M., Gordon C.M., Janz K.F. et al. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations // Osteoporosis International. 2016. V. 27. № 4. P. 1281–1386.

9 Karpouzos A., Diamantis E., Farmaki P., Savvanis S. et al. Nutritional Aspects of Bone Health and Fracture Healing // Journal of Osteoporosis. 2017. V. 2017. doi: 10.1155/2017/4218472

10 Cooper C., Dawson-Hughes B., Gordon C.M., Rizzoli R. Healthy Nutrition, Healthy Bones: How nutritional factors affect musculoskeletal health throughout life // in International Osteoporosis Foundation. 2015.

11 Tucker K.L. Vegetarian diets and bone status // American Journal of Clinical Nutrition. 2014. V. 100. № 1. P. 329S–335S.

12 Flodin L., Cederholm T., Saaf M. et al. Effects of proteinrich nutritional supplementation and bisphosphonates on body composition, handgrip strength and health-related quality of life after hip fracture: A 12-month randomized controlled study Public health, nutrition and epidemiology // BMC Geriatrics. 2015. V. 15. № 1.

13 Hayhoe R.P.G., Lentjes M.A.H., Luben R.N., Khaw K.T. et al. Dietary magnesium and potassium intakes and circulating magnesium are associated with heel bone ultrasound attenuation and osteoporotic fracture risk in the EPICNorfolk cohort study // American Journal of Clinical Nutrition. 2015. V. 102. № 2. P. 376–384.

14 Sobas K., Wadolowska L., Slowinska M.A., Czlapka Matyasik M. et al. Like mother, like daughter? Dietary and non-dietary bone fracture risk factors in mothers and their daughters // Iranian Journal of Public Health. 2015. V. 44. № 7. P. 939–952.

15 Petersen S.B., Olsen S.F., Mølgaard C. et al. Maternal vitamin D status and offspring bone fractures: Prospective study over two decades in Aarhus City, Denmark // PLoS ONE. 2014. V. 9. № 12. e114334.

REFERENCES

1 Avstrievskikh A.N., Vekovtsev A.A., Poznyakovsky V.M. Healthy nutrition products: new technologies, quality assurance, efficacy. Novosibirsk, Siberian University Publishing House, 2005. 416 p. (in Russian).

2 Vekovtsev A.A., Tohiriyon B., Chelnakova D.A., Poznyakovsky V.M. Scientific substantiation and clinical approbation of a new dietary supplement formula in patients with deforming osteoarthrosis. Bulletin of SUSU. Food and Biotechnology series. 2017. vol. 5. no. 1. pp. 59–65. (in Russian).

3 Kuzhelivsky I.I., Urazova O.I., Slizovsky G.V., Maslikov V.M. Dynamics of osteocalcin and hemostasiological blood parameters on the background of cryotherapy in children with fractures of the long tubular bones. Siberian Medical Journal. 2008. no. 5. pp. 30–33. (in Russian).

4 Musoev D.S. Osteosynthesis in the treatment of diaphyseal fractures of long tubular bones in children. Avicenna Bulletin. 2015. no. 3 (64). pp. 37–41. (in Russian).

5 Popov V.P., Zdrelko V.P., Trukhachev I.G., Popov A.V. Complications of plateau osteosynthesis in patients with fractures of the long tubular bones. The genius of orthopedics. 2014. no. 2. pp. 5–9. (in Russian).

6 Tutelyan V.A., Spirichev V.B., Sukhanov B.P., Kudasheva V.A. Micronutrients in the diet of a healthy and sick person. Handbook of vitamins and minerals: a Guide for Postgraduate Medical Education. Moscow, Kolos, 2002. 29 p. (in Russian).

7 Chelnakova N.G., Pozniakovsky V.M. Nutrition and health of a modern person. Publishing house "Old Russians", 2015. 224 p. (in Russian).

8 Weaver C.M., Gordon C.M., Janz K.F. et al. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. Osteoporosis International. 2016. vol. 27. no. 4. pp. 1281–1386.

9 Karpouzos A., Diamantis E., Farmaki P., Savvanis S. et al. Nutritional Aspects of Bone Health and Fracture Healing. Journal of Osteoporosis. 2017. vol. 2017. doi: 10.1155/2017/4218472

10 Cooper C., Dawson-Hughes B., Gordon C.M., Rizzoli R. Healthy Nutrition, Healthy Bones: How nutritional factors affect musculoskeletal health throughout life. In International Osteoporosis Foundation. 2015.

11 Tucker K.L. Vegetarian diets and bone status. American Journal of Clinical Nutrition. 2014. vol. 100. no. 1. pp. 329s–335s.

12 Flodin L., Cederholm T., Saaf M. et al. Effects of proteinrich nutritional supplementation and bisphosphonates on body composition, handgrip strength and health-related quality of life after hip fracture: A 12 month randomized controlled study Public health, nutrition and epidemiology. BMC Geriatrics. 2015. vol. 15. no. 1.

13 Hayhoe R.P.G., Lentjes M.A.H., Luben R.N., Khaw K.T. et al. Dietary magnesium and potassium intakes and circulating magnesium are associated with heel bone ultrasound attenuation and osteoporotic fracture risk in the EPICNorfolk cohort study. American Journal of Clinical Nutrition. 2015. vol. 102. no. 2. pp. 376–384.

14 Sobas K., Wadolowska L., Slowinska M.A., Czlapka Matyasik M. et al. Like mother, like daughter? Dietary and non-dietary bone fracture risk factors in mothers and their daughters. Iranian Journal of Public Health. 2015. vol. 44. no. 7. pp. 939–952.

15 Petersen S.B., Olsen S.F., Mølgaard C. et al. Maternal vitamin D status and offspring bone fractures: Prospective study over two decades in Aarhus City, Denmark. PLoS ONE. 2014. vol. 9. no. 12. e114334.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрей А. Вековцев к.м.н., доцент, зам. ген. директора по науке и производству, НПО «Арт Лайф», Нахимова, 8/2, г. Томск, 634034, Россия, pvm1947@bk.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrey A. Vekovtsev Cand. Sci. (Med.), associate professor, deputy director general for science and production, NGO "Art Life", Nakhimov, 8/2, Tomsk, 634034, Russia, pvm1947@bk.ru

Боисджони Тохириён к.т.н., доцент, кафедра товароведения и экспертизы, Уральский государственный экономический университет, ул. 8-марта, 62, г. Екатеринбург, 620019, Россия, tohiriyoni@gmail.com
Григорий В. Слизовский д.м.н., профессор, кафедра детских хирургических болезней, Сибирский государственный медицинский университет, Московский тракт, 2, г. Томск, 634050, Россия, pvm1947@bk.ru
Валерий М. Позняковский д.б.н., профессор, кафедра Технологии питания, Уральский государственный экономический университет, ул. 8-марта, 62, г. Екатеринбург, 620019, Россия, pvm1947@bk.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Боисджони Тохириён написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Андрей А. Вековцев, Григорий В. Слизовский, Валерий М. Позняковский консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.05.2019

Boisjoni Tohiriyon Cand. Sci. (Engin.), associate professor, commodity research and expertise department, Ural State Economic University, 8th of March, 62, Ekaterinburg, 620019, Russia, tohiriyoni@gmail.com
Gregory V. Slizovsky Dr. Sci. (Med.), professor, children's surgical diseases department, Siberian State Medical University, Moskovsky Trakt 2, Tomsk, 634050, Russia), pvm1947@bk.ru
Valery M. Poznyakovsky Dr. Sci. (Biol.), professor, nutrition technology department, Ural state University of Economics, March 8, 62, Ekaterinburg, 620019, Russia, pvm1947@bk.ru

CONTRIBUTION

Boisjoni Tohiriyon review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Andrey A. Vekovtsev, Gregory V. Slizovsky, Valery M. Poznyakovsky consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.29.2019

ACCEPTED 5.20.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.6

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-154-161

Технология переработки ростков пшеницы с получением порошка из выжимок с высоким содержанием биологически активных веществ

Галина А. Губаненко [1] gubanenko@list.ru
Екатерина А. Речкина [2] rechkina.e@list.ru
Лилия В. Наймушина [1] naimlivi@mail.ru
Лариса А. Маюрникова [3] nir30@mail.ru
Игорь В. Мацкевич [2] imatskevichv@mail.ru
Татьяна А. Балябина [1] balyabina.tania@yandex.ru

[1] Сибирский федеральный университет, пр. Свободный, 79, г. Красноярск, 660041, Россия
[2] Красноярский государственный аграрный университет, пр-т Мира, 90, г. Красноярск, 660049, Россия
[3] Кемеровский государственный университетул. Красная, 6, г. Кемерово, 650000, Россия

Аннотация. В настоящее время мировая практика пищевых технологий применяет комплексный подход глубокой переработки растительного сырья, включая вторичные ресурсы, с целью снижения прямых затрат и издержек производства. Исследован количественный и качественный состав выжимок, получаемых при производстве сока «Витграсс», из ростков пшеницы длиной 10–12 см. Выявлен объем получаемых выжимок (до 35%), определена их влажность (70–74%) в условиях производства ООО «Проростки». Определено, что в 100 г выжимок содержится: белка –5,56 г, липидов – 3,96 г, органических кислот – 0,93 г. В составе выжимок ростков пшеницы установлено количество Р – активных веществ – 110 мг/100 г, флавоноидов – 200 мг/100 г, хлорофилла – 12 мг/100 г, танинов – 370 мг/100 г, витамина С – 129 мг/100 г. В составе пищевых волокон выжимок (12,83%) идентифицированы: лигнин – 6,81%, целлюлоза – 1,50%, гемицеллюлоза – 4,23%, пектиновые вещества – 0,29%. Выявлена динамика содержания витамина С и хлорофилла в выжимках ростков пшеницы в зависимости от температуры сушки. Установлено, что во время сушки выжимок при высоких температурах количество витамина С и хлорофилла снижается более чем на 60% от общего содержания, что согласуется с данными других авторов. Определены технологические параметры сушки выжимок для производственных условий, позволяющие максимально сохранить биологически активные вещества: температура – 40 °С, время – 8 ч. Разработана комплексная технология переработки ростков пшеницы с получением сока «Витграсс» и порошка из выжимок.

Ключевые слова: вторичные растительные ресурсы, выжимки, ростки пшеницы, химический состав, комплексная переработка

Wheat sprouts processing technology and powder receiving from the marcs with high content of the biological active substances

Galina A. Gubanenko [1] gubanenko@list.ru
Ekaterina A. Rechkina [2] rechkina.e@list.ru
Liliya V. Naymushina [1] naimlivi@mail.ru
Larisa A. Mayurnikova [3] nir30@mail.ru
Igor V. Matskevich [2] imatskevichv@mail.ru
Tatyana A. Balyabina [1] balyabina.tania@yandex.ru

[1] Siberian Federal University,79, Svobodniy Avenue, Krasnoyarsk, 660041, Russia
[2] Krasnoyarsk State Agricultural University, Mira Str., 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia
[3] Kemerovo State University, Krasnaya str., 6, Kemerovo, 650000, Russia

Abstract. Currently, the world practice of the food technology uses an integrated approach of the deep vegetable raw processing, including the secondary resources in order to reduce the direct costs and production costs. In this research, the quantitative and qualitative composition of the marcs obtained while producing the "Vigrass" juice from the wheat germ of 10–12 cm long is investigated. It is revealed that the volume of the obtained marcs is up to 35%, their humidity of 70–74% in the conditions of the "Prorostki" Ltd company production is determined. It has been studied that 100 g of marc contains: protein – 5.56 g, lipids – 3.96 g, organic acids – 0.93 g. It is established that the wheat sprouts marcs include the amount of P – active substances 110 mg/100 g, flavonoids 200 mg/100 g, chlorophyll 12 mg/100 g, tannin 370 mg/100 g, vitamin C 129 mg/100 g. It is identified that 12.83% of dietary fibers marcs include 6.81% of lignin, 1.50% of cellulose, 4.23% of hemicellulose and 0.29% of pectin substances. The dynamics of the vitamin C and chlorophyll content in the wheat sprouts marcs depending on the drying temperature is educed. It has been established that during the marc drying at high temperatures, the amount of vitamin C and chlorophyll decreases by more than 60% of the total content, which is consistent with the data of other authors. The technological parameters of the marc drying for the production conditions have been determined. They make possible to preserve the biologically active substances almost fully: temperature 40 °C, time 8 hours. A complex technology has been developed to process wheat sprouts to produce the "Vitgrass" juice and powder from marc.

Keywords: secondary plant resources, marcs, wheat sprouts, chemical composition, complex processing.

Для цитирования

Губаненко Г.А., Речкина Е.А., Наймушина Л.В., Маюрникова Л.А., Мацкевич И.В., Балябина Т.А Технология переработки ростков пшеницы с получением порошка из выжимок с высоким содержанием биологически активных веществ // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 154–161. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-154-161

For citation

Gubanenko G.A., Rechkina E.A., Naymushina L.V., Mayurnikova L.A., Matskevich I.V., Balyabina T.A Wheat sprouts processing technology and powder receiving from the marcs with high content of the biological active substances. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 154–161. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-154-161

Введение

Комплексная переработка растительного сырья с целью снижения технологических затрат и издержек считается в мире распространенной практикой производства сельскохозяйственной продукции. Такая переработка растительного сырья позволяет максимально извлечь из биомассы биологически активные вещества, а рециклинг отходов производства становится резервом расширения ассортимента продукции, повышения эффективности производства и решения экологических проблем. Перспективным направлением использования пищевых вторичных ресурсов считается их глубокая переработка и расширение области применения продуктов переработки. В связи с этим актуальны исследования, направленные на вовлечение в сферу производства вторичного сырья с получением дополнительных продуктов переработки, что в конечном итоге позволяет снизить затраты основного продукта.

Переработка вторичного растительного сырья и получение дополнительных продуктов, содержащих природные биологически активные вещества, согласуется с направлениями развития технологий производства пищевой продукции с высокими потребительскими свойствами за счет повышения содержания микронутриентов и пищевых волокон и соответствует «Стратегии повышения качества пищевой продукции РФ до 2030 г.», утвержденной 29 июня 2016 г., ориентированной на обеспечение здорового питания, профилактику заболеваний и повышение качества жизни.

В настоящее время популярны исследования по разработке продукции здорового питания на основе пророщенных зерновых культур и продуктов их переработки, являющихся, по существу, пищевым ресурсным потенциалом России. Такие продукты характеризуются высоким содержанием биологически активных веществ и функциональных ингредиентов: мука из зародышей пшеницы, отруби, пшеничная дезодорированная мука, крупка пшеничная дробленая, пшеничные зародышевые хлопья, диспергированное зерно, цельное зерно, пророщенное цельное зерно пшеницы, ржи и др.[1–2].

В регионах России возрастает потребительский спрос на продукцию, изготавливаемую из проростков. Например, в Красноярске популярен сок «Витграсс», получаемый из ростков пшеницы. Сок пшеницы характеризуется высоким содержанием незаменимых аминокислот, хлорофилла β, каротина, витаминов А, С, Е, биофлавоноидов, минеральных веществ [3–7].

Объемы реализации сока «Витграсс» в Красноярске устойчиво возрастают с каждым годом, особенно в зимний и весенний периоды. Отмечен потребительский спрос жителей города на пророщенные зерновые и бобовые культуры и продукты их переработки. Эта продукция продается в городе в специализированной торговой сети «Лавка Полезные продукты», в региональных сетях «Командор», «Красный Яр», на предприятиях общественного питания.

По данным исследований, количество выжимок при получении овощных и фруктовых соков прямого отжима составляет до 50% [8]. При производстве сока «Витграсс» из ростков пшеницы по технологическому процессу, организованному в ООО «Проростки», г. Красноярск, образуются выжимки до 30–35%, которые считаются отходом и не используются. Однако многими учеными подтвержден факт того, что вторичное растительное сырье содержит значительное количество ценных веществ: витаминов, белков, жиров, пищевых волокон, минеральных компонентов. Дальнейшее их применение не только технически, но и экономически выгодно. С целью рационального использования ростков пшеницы возникла необходимость вовлечения выжимок в процесс комплексной переработки биомассы, потенциально содержащей комплекс биологически активных веществ, сохраняющихся при механическом отделении сока.

Научно-исследовательская работа выполнялась по договору № 116/17-Т от 11.09.2017 с КГАУ «Красноярский региональный инновационно-технологический бизнес-инкубатор» компанией ООО «Проростки», г. Красноярск и Сибирским федеральным университетом.

Цель исследования – разработать комплексную технологию переработки биогенного продукта ростков пшеницы. Для ее реализации определены задачи:

— исследовать химический состав выжимок, полученных в результате производства сока «Витграсс» из ростков пшеницы;

— определить технологические параметры получения порошка из выжимок пшеницы с целью максимального сохранения биологически активных веществ.

Материалы и методы

Исследования проводились на базе научно-исследовательских лабораторий ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». Показатели безопасности определяли в лаборатории испытательного центра «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае».

В качестве объекта исследования выбраны:

— выжимки сокового производства «Витграсс» из ростков пшеницы 10–12 см, полученные в ООО «Проростки», г. Красноярск (рисунок 1).

— порошок из выжимок ростков пшеницы (рисунок 2).

Применяемое в исследованиях сырье соответствовало требованиям национальных стандартов по показателям безопасности, требованиям ТРТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки».

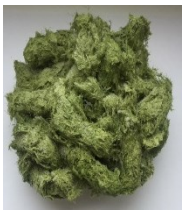


Рисунок 1. Высушенные выжимки сокового производства из ростков пшеницы

Figure 1. Marcs wheat sprouts

Рисунок 2. Порошок из выжимок ростков пшеницы

Figure 2. Powder from marc wheat sprouts

Органолептические показатели, влажность, содержание золы определяли по ГОСТ 24027.2–80; содержание пектиновых веществ, «сырой» клетчатки, лигнина, целлюлозы, гемицеллюлозы, дубильных веществ, витамина Р, белка, хлорофилла, редуцирующих сахаров – фотометрическим методом; хлорофилла по методикам, изложенным в [9, 10]; флавоноидов – спектрофотометрическим методом [11].

Опыты проводили 3–5-кратно. Результаты обрабатывали статистическими методами с доверительной вероятностью 0,95. Ошибка опыта не превышала 5%. В таблицах 1, 2, на рисунках 3, 4 представлены средние арифметические значения полученных величин.

Результаты и обсуждение

Согласно литературным данным по изучению химического состава выжимок, образующихся при производстве плодовых и овощных соков, они содержат комплекс макро-и микронутриентов, определяющих их высокую пищевую ценность [8]. В таблице 1 представлены результаты исследований химического состава выжимок ростков пшеницы в сравнении с данными морковных, свекольных, яблочных, боярышниковых выжимок.

Таблица 1.

Химический состав выжимок сокового производства г/100 г.

Table 1.

Chemical composition of the juice production marcs

Показатель Indicator	Выжимки| Marcs				
	ростков пшеницы wheat sprouts	морковные [8] carrot [8]	свекольные [8] beet [8]	яблочные [8] apple [8]	боярышника [8] hawthorn[8]
Влажность, % | Moisture, %	74,00 ± 0,04	82,9	81,2	82,1	59,2
Белок, г/100 г | Protein, g/100 g	5,56 ± 0,02	1,68	1,99	1,27	2,42
Липиды, г/100 г. | Lipids, g/100 g	3,96 ± 0,20	0,09	0,11	1,29	1,95
Водорастворимые вещества, % Water soluble substances, %	1,97 ± 0,09	–	–	–	–
из них растворимые углеводы, в т. ч. редуцирующие сахара, % among them soluble carbohydrates, including reducing sugars, %	0,44 ± 0,02	3,8	0,5	7,6	5,0
Органические кислоты, % Organic acids, %	0,93 ± 0,05	отсутствуют n/d	отсутствуют n/d	0,9	0,5
Минеральные в-ва, % | Minerals, %	0,49 ± 0,02	1,19	0,72	0,14	0,44
Витамин С, мг/100 г | Vitamin C, mg/100 g	129, 12 ± 0,02	50	139	125	35
Р-активные вещества, мг/100 г P-active substances, mg/100 g	110,10 ± 0,04	28,5	161,1	62,0	138,0
Клетчатка, % | Cellulose, %	12,83 ± 0,16	1,9	1,4	1,8	10,0
из них | among them					
Пектиновые вещества, % Pectin substances, %	0,29 ± 0,01	2,2	3,0	2,6	4,3

Результаты сравнительного анализа показывают, что влажность большинства видов выжимок высокая – от 74 до 82%; исключение составляют выжимки из боярышника, для которых значение влажности меньше на 15–23%. Выявлено, что содержание белка в выжимках из ростков пшеницы в 2 раза выше, чем в образце боярышника, в 2,7 раза – чем в овощных и в 4,4 раза – чем в яблочных выжимках. Выжимки ростков пшеницы характеризуются существенно большим содержанием липидов и жирорастворимых веществ по сравнению со всеми образцами. Их содержание в 2 раза больше, чем в выжимках боярышника, в 3 раза – чем в яблочных и в 36 раз – чем в овощных образцах. Яблочные

выжимки доминируют по содержанию редуцирующих сахаров, практически на 50% меньшее их количество обнаружено в выжимках боярышника и моркови, а в образцах выжимок ростков пшеницы и свеклы содержится их меньше на 93%. Одинаковым количеством органических кислот характеризуются образцы выжимок пшеницы и яблок, в 2 раза меньше их в боярышниковых выжимках, а в овощных вообще отсутствуют. Максимум минеральных веществ установлен в выжимках моркови, на 59% их меньше в образцах ростков пшеницы. Близкие значения содержания витамина С установлены для выжимок из ростков пшеницы, свекольных и яблочных, несколько ниже количество витамина С в выжимках из моркови и боярышника. По количеству Р-активных веществ лидируют свекольные выжимки, в выжимках ростков их меньше на 51 мг/100 г.

Проведенные исследования позволили установить высокое содержание пищевых волокон в выжимках ростков пшеницы, степень удовлетворения от физиологической нормы потребления составила более 60% в соответствии с МР 2.3.1.2432–08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». Полученные данные дают основание рекомендовать изучаемый вид сырья в качестве источника пищевых волокон. Все образцы выжимок могут быть классифицированы как пищевые волокна – побочные продукты переработки растительного сырья с содержанием пищевых волокон до 30% [12]. Высоким содержанием пищевых волокон отличаются выжимки боярышниковые и ростков пшеницы 10 и 12% соответственно. В оставшихся видах выжимок их количество в 5 раз меньше. Большим количеством пектиновых веществ характеризуются выжимки боярышниковые, свекольные, яблочные. Более чем в 10 раз их меньше в выжимках ростков пшеницы. Экспериментально установлено, что в составе нерастворимых пищевых волокон выжимок ростков пшеницы содержатся: лигнин в количестве 6,8 ± 0,14%, целлюлоза – 1,50 ± 0,07%, гемицеллюлоза – 4,23 ± 0,11%, которые способствуют улучшению моторной деятельности кишечника, связывают токсичные элементы в пищеварительном тракте, т. е. обладают физиологическими свойствами.

Общеизвестно, что пищевые волокна, полученные из вторичного растительного сырья, в настоящее время активно применяются в пищевых технологиях благодаря их многофункциональности. Их можно использовать в качестве технологической и функциональной добавки, изменяя потребительские и комплексообразующие свойства пищевой продукции. Сравнительный анализ химического состава выжимок позволяет сделать вывод, что выжимки из ростков пшеницы отличаются большим содержанием белка, жирорастворимых компонентов, витамина С, органических кислот, пищевых волокон по сравнению с выжимками овощных и плодовых культур.

В ходе исследования определено количественное содержание минорных компонентов (таблица 2).

Таблица 2.

Содержание минорных компонентов в выжимках ростков пшеницы, мг/100 г.

Table 2.

Minor components content in the wheat sprouts marcs, mg/100 g

Показатель Indicator	Выжимки из ростков пшеницы Wheat sprouts marks	Степень удовлетворения от физиологической нормы потребления ФНП, % The satisfaction degree from the physiological consumption norm of FNR* %
Флавоноиды | Flavonoids	200,16 ± 2,82	23,5
Хлорофилл |Clorophyll	12,32 ± 1,26	12
Танины | Tannins	370,58 ± 1,62	185
* FNR – Federal Norms and Regulations		

Согласно данным таблицы 2 выжимки ростков пшеницы являются ценным источником биологически активных веществ. Природные антиоксиданты витамин С, витамин Р, флавоноиды выступают в качестве естественных регуляторов окислительных реакций. Степень удовлетворения физиологической нормы потребления по танину составляет 185%.

Анализируя полученные экспериментальные данные по химическому составу выжимок, получаемых при производстве сока из ростков пшеницы, пришли к выводу, что они содержат не только пищевые волокна, но и широкий спектр биологически активных веществ. В составе исследуемого сырья идентифицированы в значительном количестве минорные соединения: Р-активные вещества, флавоноиды и танины. Их дефицит в рационе человека уменьшает защитные функции организма к неблагоприятным факторам окружающей среды, повышает риск развития различных заболеваний, в результате чего снижается качество жизни.

Следует отметить, что за исключением пшеничных отрубей на предприятиях пищевой индустрии Красноярского края не вырабатываются пищевые волокна, что еще раз подтверждает актуальность и практическую значимость выполняемых научных исследований.

В связи с тем что выжимки, полученные после выделения сока, имеют высокую влажность (более 70%), они не подлежат хранению и технологическому использованию в результате микробиологической порчи. Следовательно, возникает необходимость повысить степень переработки выжимок ростков пшеницы с целью получения дополнительного товарного продукта. Авторами [13] разработана технология для получения порошка из выжимок плодов красноплодной рябины, сохраняющая биологически активные вещества в большем количестве: температура – от 55 до 100 °С, время сушки – от 7 до 10 ч, влажность – выжимок от 7 до 10%.

Выжимки высушивали в конвективной сушилке при температуре от 20 до 100 °С до постоянной влажности 8% и измельчали. Известно, что потребительские свойства продуктов переработки вторичного растительного сырья определяют качество выжимок сокового производства и условия процесса их производства. В связи с этим одной из задач, поставленных в работе по использованию выжимок ростков пшеницы, являлось определение технологических параметров переработки растительной биомассы с целью максимального сохранения биологически активных веществ в готовом порошке.

В качестве параметров, формирующих качество порошка, выбраны термолабильные компоненты: витамин С и хлорофилл (сумма α и β). Управляющими технологическими параметрами приняты температура и время сушки выжимок. В результате проведенного эксперимента установлено время сушки при соответствующей температуре: 20 ч – при 20 °С, 8 ч – при 40 °С, 6 ч – при 60 °С, 4 ч – при 80 °С, 2 ч – при 100 °С, – до постоянной влажности сырья 8%. Выявлена зависимость содержания витамина С от температуры сушки выжимок (рисунок 3).

Данные рисунка 3 демонстрируют прямолинейную зависимость содержания витамина С от температуры сушки выжимок, что подтверждает полученное уравнение линейной регрессии с коэффициентом достоверной аппроксимации $R^2 = 0,99$. Следует отметить, что несмотря на достаточно малое время сушки – 2 ч при 100 °С – содержание витамина уменьшается на 61%, что несколько снижает пищевую ценность полученного продукта.

Экспериментально установлена зависимость изменения содержания хлорофилла от температуры сушки сырья (рисунок 4).

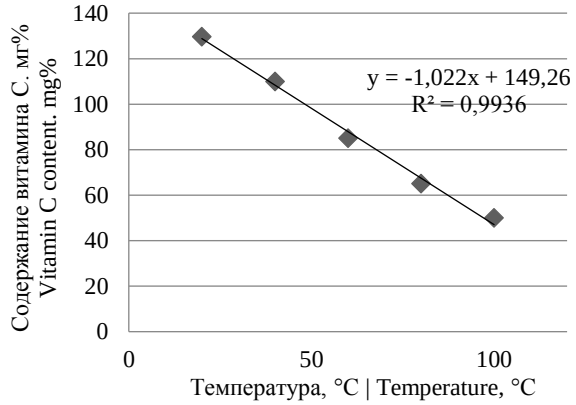


Рисунок 3. Зависимость содержания витамина С в выжимках ростков пшеницы от температуры сушки сырья

Figure 3. Dependence of the vitamin C content in squeezed wheat germ from the drying temperature of raw materials

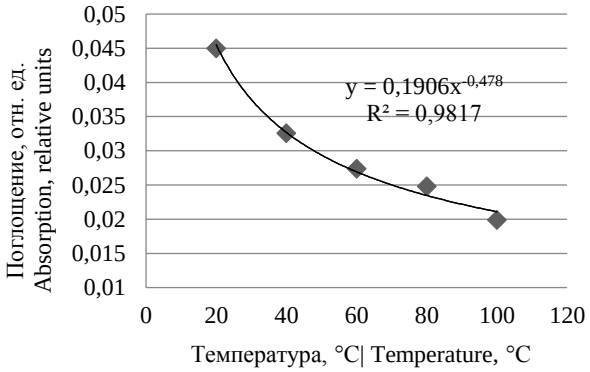


Рисунок 4. Зависимость содержания хлорофилла в выжимках ростков пшеницы от температуры и времени сушки сырья

Figure 4. Dependence of the content of chlorophyll in squeezed wheat germ from temperature and drying time of raw materials

Выявлено, что количественное содержание хлорофилла снижается на 56% в процессе сушки при температуре 100 °С.

Таким образом, в ходе проведения эксперимента установили параметры сушки выжимок для производственных условий: оптимальная температура – 40 °С, время сушки – 8 ч. Высушенные при данных параметрах выжимки имеют волокнистую, объемную и тонкую структуру, приятную, легкую на ощупь. Для последующего использования высушенные выжимки измельчали на мельнице УИМ-2. Технологическая схема комплексной переработки пшеницы с получением сока «Витграсс» и порошка из выжимок ростков пшеницы (рисунок 5) включает несколько этапов.

Этап 1 – закупка, приемка пшеницы по количеству и установленным ООО «Проростки» для поставщиков показателям качества, хранение пшеницы при регламентируемом температурно-влажностном режиме.

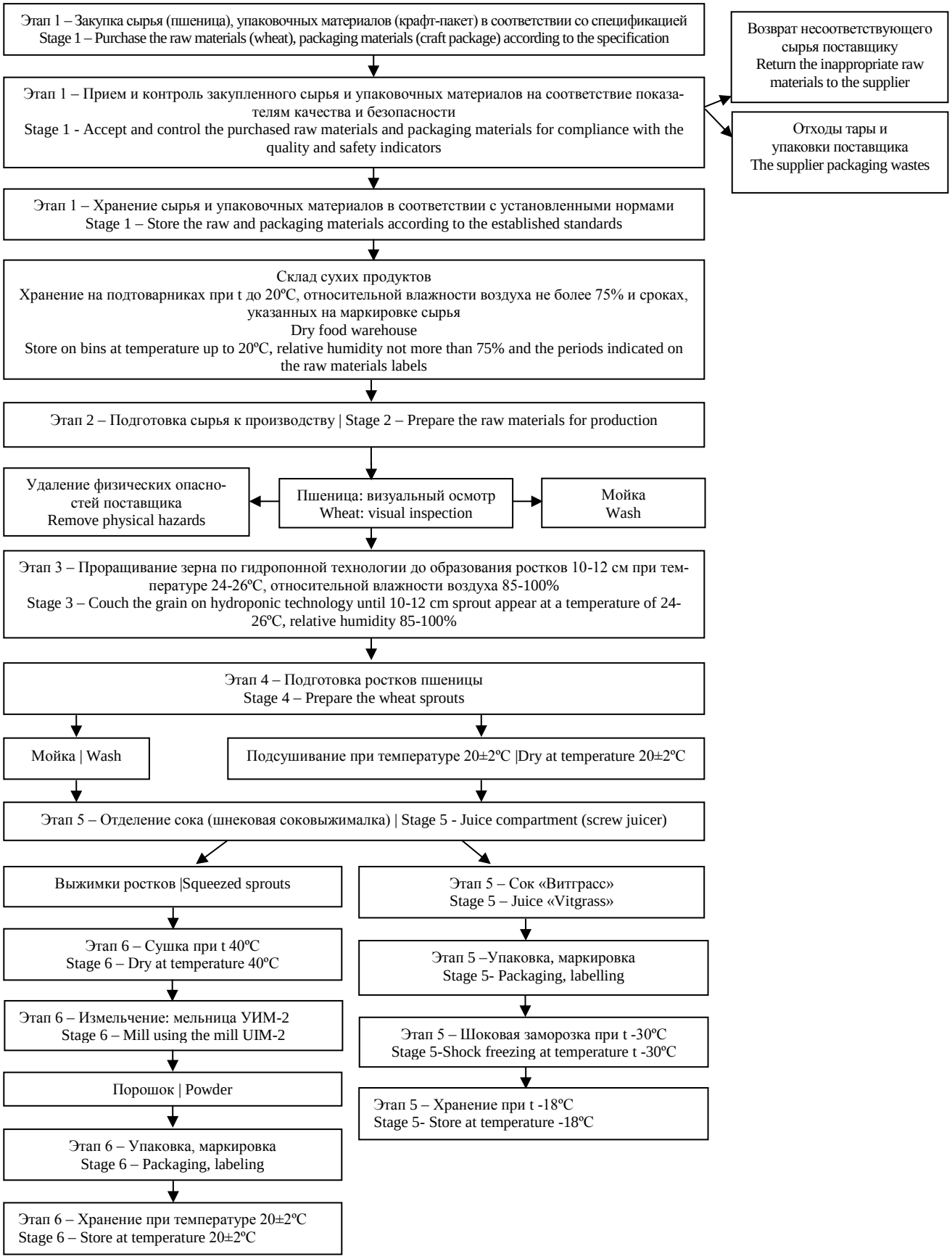


Рисунок 5. Схема комплексной переработки пшеницы с получением сока «Витграсс» и порошка из выжимок ростков пшеницы

Figure 5. The wheat integrated processing scheme and the “Vitgrass” juice and powder production from the wheat sprouts marcs

Этап 2 – подготовка пшеницы к производству, включающая удаление дефектных зерен, механических примесей, визуальный контроль физических опасностей, микробиологической чистоты, мойку в моечных машинах и размещение промытых зерен в гидролотках.

Этап 3 – проращивание пшеницы по гидропонной технологии. Функциональные емкости для выращивания ростков устанавливаются на стеллажах, в помещениях контролируется температурно-влажностный режим (W = 85–100%, T = 24–26 °C), режим освещенности поддерживается автоматически (12 ч день/12 ч ночь). По достижении ростками длины 10–12 см они срезаются.

Этап 4 – подготовка ростков пшеницы заключается в их мойке очищенной водой и подсушивании при температуре 20 ± 2 °C для удаления лишней влаги.

Этап 5 – отделение сока «Витграсс» из ростков пшеницы с помощью шнековой соковыжималки. В готовом соке производят контроль регламентируемых показателей качества. Упаковка сока происходит с помощью полуавтоматического дозатора в потребительскую упаковку, далее следует маркировка. Консервирование сока производится методом шоковой заморозки при температуре – 30 °C, хранится готовый сок при температуре – 18 °C.

Этап 6 – образующиеся на 5 этапе выжимки сушат в конвективной сушилке при температуре 40 °C в течение 8 ч. Осуществляют контроль влажности выжимок не более 8% и измельчают на мельнице УИМ-2. Измельченный порошок упаковывают в крафт-пакеты, маркируют и отправляют на хранение при установленном температурно-влажностном режиме W = 70%, T = 20 ± 2 °C.

Заключение

Изученный химический состав выжимок сокового производства из ростков пшеницы свидетельствует о их высокой пищевой ценности, которая характеризуется значительным содержанием не только пищевых волокон, но и комплексом макронутриентов и минорных компонентов природного происхождения.

Экспериментально установлены технологические параметры сушки выжимок температура – 40 °C, время – 8 ч, позволяющие сохранить в максимальном количестве биологически активные вещества. Разработанная комплексная технология переработки пшеницы с получением сока «Витграсс» и порошка из выжимок ростков пшеницы в настоящее время внедрена на предприятии ООО «Проростки» г. Красноярск.

ЛИТЕРАТУРА

1 Хузин Ф.К., Канарская З.А., Ивлева А.Р., Гематдинова В.М. Совершенствование технологии производства хлебобулочного изделия на основе измельченного проросшего зерна пшеницы // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 178–187. doi: 10.20914/2310–1202–2017–1–178–187

2 Wicker L., Kim Y., Mi-JaKim, Thirkield B. et al. Pectinasa bioactive polysaccharide – Extracting tailored function from less // Food Hydrocolloids. 2014. V. 42. № 2. P. 251–259. doi: 10.1016/j.foodhyd.2014.01.002

3 Kothari S., Jain A.K., Mehta S.C. Hypolipidemic effect of fresh *Triticumaestivum* (Wheat) grass Juice in hypercholesterolemic rats // Acta Poloniae Pharmaceutica. 2011. V. 68 (2). P. 291–294.

4 Priyabrata D., Ashis M. In vitro Studies of Iron Chelation Activity of Purified Active Ingredients Extracted from *Triticumaestivum Linn*. (Wheat Grass) // European Journal of Medicinal Plants. 2012. V. 62 (2). P.113–124.

5 Padalia S., Drabu S., Raheja I. Multitude potential of wheatgrass juice (Green Blood): An overview // Chronicles of Young Scientists. 2010. V. 1 (2). P. 23–28.

6 Ashok S.A. Phytochemical and pharmacological screening of wheatgrass juice // International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research. 2011. V. 9 (1). P. 159–164.

7 Singh N., Verma P., Pandey B.R. Therapeutic Potential of Organic *Triticumaestivum Linn*. (Wheat Grass) in Prevention and Treatment of Chronic Diseases: An Overview // International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research. 2012. V. 4 (1). P. 10–14.

8 Перфилова О.В., Баранов Б.А., Скрипников Ю.Г. Фруктовые и овощные порошкив кондитерском производстве // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. № 9. С. 52–54.

9 Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. М.: Экология, 1991. 320 с.

10 Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.

11 Глущенко А.В., Георгиянц В.А., Бевз Н.Ю. Количественное определение флавоноидов и суммы полифенолов в надземной части володушки золотистой // Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация. 2014. № 11 (182). С. 172–176.

12 Могильный М.П., Шленская Т.В., Галюкова М.К., Шалтумаев Т.Ш. и др. Современные направления использования пищевых волокон в качестве функциональных ингредиентов // Новые технологии. 2013. С. 27–31.

13 Дубровская Н.О. Способ переработки и использования рябиновых выжимок в хлебопечении // Биокаталитические технологии и технологии возобновляемых ресурсов в интересах рационального природопользования: материалы международной молодежной конференции; под общ. ред. В.П. Юстратова. Кемерово, 2012. С. 98–106.

REFERENCES

1 Khuzin F.K., Kanarskaya Z.A., Ivleva A.R., Gematdinova V.M. Improving the technology for the production of bakery products based on crushed sprouted wheat grain. Proceedings of VSUET. 2017. vol. 79. no. 1. pp. 178–187. doi: 10.20914/2310–1202–2017–1–178–187. (in Russian).

2 Wicker L., Kim Y., Mi-JaKim, Thirkield B. et al. Pectinasa bioactive polysaccharide – Extracting tailored function from less. Food Hydrocolloids. 2014. vol. 42. no. 2. pp. 251–259. doi: 10.1016/j.foodhyd.2014.01.002

3 Kothari S., Jain A.K., Mehta S.C. Hypolipidemic effect of fresh Triticumaestivum (Wheat) grass Juice in hypercholesterolemic rats. Acta Poloniae Pharmaceutica. 2011. vol. 68 (2). pp. 291–294.

4 Priyabrata D., Ashis M. In vitro Studies of Iron Chelation Activity of Purified Active Ingredients Extracted from Triticumaestivum Linn. (Wheat Grass). European Journal of Medicinal Plants. 2012. vol. 62 (2). pp. 113–124.

5 Padalia S., Drabu S., Raheja I. Multitude potential of wheatgrass juice (Green Blood): An overview. Chronicles of Young Scientists. 2010. vol. 1 (2). pp. 23–28.

6 Ashok S.A. Phytochemical and pharmacological screening of wheatgrass juice. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research. 2011. vol. 9 (1). pp. 159–164.

7 Singh N., Verma P., Pandey B.R. Therapeutic Potential of Organic Triticumaestivum Linn. (Wheat Grass) in Prevention and Treatment of Chronic Diseases: An Overview. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research. 2012. vol. 4 (1). pp. 10–14.

8 Perfilova O.V., Baranov B.A., Skripnikov Yu.G. Fruit and vegetable powders in the confectionary production. Storage and processing of the agricultural raw materials. 2009. no. 9. pp. 52–54. (in Russian).

9 Obolenskaya A.V., Elnitskaya Z.P., Leonovich A.A. The laboratory work on the wood and cellulose chemistry. Moscow, Ekologiya, 1991. 320 p. (in Russian).

10 Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P. The methods of the biological and chemical plant researches. Leningrad, Agropromizdat, 1987. 430 p. (in Russian).

11 Glushchenko A.V., Georgiyants V.A., Bevz N.Yu. The quantitative determination of the flavonoids and the polyphenols amount in the elevated part of the thoroughwax golden. Scientific journal. Medicine series. Pharmacy. 2014. no. 11 (182). pp. 172–176. (in Russian).

12 Mogilniy M.P., Shlenskaya T.V., Galyukova M.K., Shaltumaev T.Sh. et al. Modern approaches to the dietary fiber use as functional ingredients. New technologies. 2013. pp. 27–31. (in Russian).

13 Dubrovskaya N.O. The way of ashberry marcs processing and use in baking. Biocatalytic technologies and technologies of renewable resources for the benefit of rational nature management: materials of the international conference. Kemerovo, 2012. pp. 98–106. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Галина А. Губаненко д.т.н., профессор, кафедра технологии и организации общественного питания, Торгово-экономический институт Сибирского федерального университета, ул. Л. Прушинской, 2, г. Красноярск, 660041, Россия, gubanenko@list.ru

Екатерина А. Речкина к.т.н., доцент, кафедра технологии консервирования и пищевая биотехнология, Красноярский государственный аграрный университет, пр. Мира, 90, г. Красноярск, 660049, Россия, rechkina.e@list.ru

Лилия В. Наймушина к.х.н., доцент, кафедра технологии и организации общественного питания, Торгово-экономический институт Сибирского федерального университета, ул. Л. Прушинской, 2, г. Красноярск, 660041, Россия, naimlivi@mail.ru

Лариса А. Маюрникова д.т.н., профессор, кафедра технологии и организации общественного питания, Кемеровский государственный университет, ул. Красная, 6, г. Кемерово, 650000, Россия, nir30@mail.ru

Игорь В. Мацкевич к.т.н., доцент, кафедра технология, оборудование бродильных и пищевых производств, Красноярский государственный аграрный университет, пр. Мира, 90, г. Красноярск, 660049, Россия, imatskevichv@mail.ru

Татьяна А. Балябина к.т.н., доцент, кафедра технологии и организации общественного питания, Торгово-экономический институт Сибирского федерального университета, ул. Л. Прушинской, 2, г. Красноярск, 660041, Россия, balyabina.tania@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Galina A. Gubanenko Dr. Sci. (Engin.), professor, technology and catering department, Economics and Trade Institute of Siberian Federal University, 2 L. Prushinskoy Str, Krasnoyarsk, 660041, Russia, gubanenko@list.ru

Ekaterina A. Rechkina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, canning technology and food biotechnology department, Krasnoyarsk State Agricultural University, Mira Avenue, 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia, rechkina.e@list.ru

Liliya V. Naymushina Cand. Sci. (Chem.), associate professor, technology and catering department, Economics and Trade Institute of Siberian Federal University, L. Prushinskoy Str, 2, Krasnoyarsk, 660041, Russia, naimlivi@mail.ru

Larisa A. Mayurnikova Dr. Sci. (Engin.), professor, technology and catering department, Kemerovo State University, Krasnaya str., 6, Kemerovo, 650000, Russia, nir30@mail.ru

Igor V. Matskevich Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology, equipment for fermentation and food production department, Krasnoyarsk State Agricultural University, 90 Mira Avenue, Krasnoyarsk, 660049, Russia, imatskevichv@mail.ru

Tatyana A. Balyabina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology and catering department, Economics and Trade Institute of Siberian Federal University, L. Prushinskoy Str, 2, Krasnoyarsk, 660041, Russia, balyabina.tania@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.2.2019

ACCEPTED 5.17.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.1:658.562.3:006.015.2

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-162-169

Методологические аспекты формирования системы методик контроля технологического потока производства сахара

Марина И. Егорова [1] rniisp@gmail.com
Елена В. Широких [1] xranenie46@yandex.ru
Ирина С. Михалева [1] tk397@rniisp.ru
Любовь Н. Пузанова [1] info@rniisp.ru

[1] НИИ сахарной промышленности ФГБНУ «Курский ФАНЦ», ул. К.Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия

Аннотация. В условиях увеличения промышленного потребления сахара в России и предъявления специфических требований к нему как сырьевому товару актуальность приобретают вопросы гибкости и перенастройки технологических линий на выпуск сахара заданного состава. Поддержание качества и безопасности выпускаемой продукции в этом случае может быть обеспечено переходом системы технологического контроля на новую парадигму, включающую совершенствование инструментария в виде методик измерений. В качестве основы методологии формирования системы методик контроля предложены три принципа: пакетный, комплектование стандартного и расширенного кейсов методик, унификация изложения методик. Подробно рассмотрен пакетный принцип как инструмент методологии нормотворчества с детализацией его в области стандартизации. Показано, что в целях обеспечения совместимости методик операционного контроля целесообразно обеспечить единые подходы к их разработке, сущностному наполнению, построению и изложению, что возможно путем апроприации пакетного принципа, используемого в стандартизации. Детально рассмотрена необходимость расширения номенклатуры параметров контроля технологического потока производства сахара, показаны существующие для этого предпосылки. Реализацию вариаций номенклатуры параметров контроля предложено выполнить на основе формирования двух кейсов методик, дифференцируемых по предназначению выпускаемого сахара – для населения или промышленных потребителей. Отмечено, что параметрами контроля технологического потока производства сахара являются величины, относящиеся к предмету количественного химического анализа, практическую сторону которого отражают аналитические методики. Ввиду сложившегося разнообразия атрибутов изложения методик, требуется их гармонизация как за счет унификации изложения методик измерений одинаковых параметров для разных объектов контроля по их содержательной сущности, так и за счет унификации изложения самого текста методики. Совокупно рассмотренные принципы составляют сущность методологического подхода к формированию системы методик контроля технологического потока производства сахара.

Ключевые слова: производство сахара, контроль технологического потока, параметр контроля, методика измерений, пакетный принцип, кейс, унификация, изложение

Methodological aspects of system forming of control methods of technological flow of sugar production

Marina I. Egorova [1] rniisp@gmail.com
Elena V. Shirokih [1] xranenie46@yandex.ru
Irina S. Mikhaleva [1] tk397@rniisp.ru
Lyubov N. Puzanova [1] info@rniisp.ru

[1] Scientific Research Institute of the Sugar Industry Kursk Federal Agrarian Scientific Centre, Karl Marks str., 63, Kursk, 305029, Russia

Abstract. Under conditions of increasing of industrial consumption of sugar in Russia and applying specific requirements for sugar as primary commodity, issues of flexibility and readjustment of process lines for production of sugar of prescribed properties become relevant. Maintaining the quality and safety of products in this case can be ensured by the transition of the process control system to a new paradigm, including the improvement of tools in the form of measurement methods. As a basis for the methodology of forming the system of control methods, three principles have been proposed: the package principle, the acquisition of standard and extended case methods, and the unification of methods presentation. The package principle as a tool of the rule-making methodology, with its detailed elaboration in standardization, has been considered in detail. It is shown that in order to ensure the compatibility of operational control methods, it makes sense to provide unified approaches to their development, essential content, construction and presentation, which is possible by adopting the package principle used in standardization. The necessity of expanding the nomenclature of control parameters of the technological flow of sugar production was considered in detail; the existing prerequisites were shown. It was proposed to provide the implementation of nomenclature variations of control parameters on the basis of the formation of two case methods, differentiated according to the destination of the sugar produced - for population or industrial consumers. It is noted that control parameters of the technological flow of sugar production are the quantities related to the subject of quantitative chemical analysis, the practical side of which is reflected by analytical methods. Due to the current variety of attributes of methods presentation, their harmonization is required both by means of the unification of the presentation of measurement methods of the same parameters for different control objects according to their substantive essence, and by means of the unification of the text presentation of the methodology. The principles considered together constitute the essence of the methodological approach to the formation of the system of control methods of the technological sugar production flow.

Keywords: sugar production, control of technological flow, control parameter, measurement methods, package principle, case, unification, presentation

Для цитирования

Егорова М.И., Широких Е.В., Михалева И.С., Пузанова Л.Н. Методологические аспекты формирования системы методик контроля технологического потока производства сахара // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 162–169. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-162-169

For citation

Egorova M.I., Shirokih E.V., Mikhaleva I.S., Puzanova L.N. Methodological aspects of system forming of control methods of technological flow of sugar production. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 162–169. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-162-169

Введение

Продовольственная безопасность любой страны обеспечивается сбалансированным функционированием отраслей пищевой промышленности [1]. При этом каждое предприятие должно поддерживать свою конкурентоспособность на рынке, для чего отличаться гибкостью по отношению к реализуемому ассортименту продукции, учитывать меняющиеся предпочтения потребителей. Применительно к России продовольственная безопасность в части сахара достигнута, более того, обозначилась проблема его перепроизводства, в связи с чем вопросы гибкости при управлении технологическими процессами [2] производства сахара, возможности перенастройки линий на выпуск сахара заданного состава [3] приобретают особую актуальность, учитывая тенденцию увеличения его промышленного потребления при одновременном предъявлении специфических требований к нему как сырьевому товару.

Поэтому реализация системы менеджмента пищевого предприятия, составной частью которого является контроль качества и безопасности продукции, обусловленный вариабельностью внутренней и внешней среды [4], может считаться важным элементом поддержания качества сахара. Технология сахара из сахарной свеклы является сложной. Она базируется на превращении живого растительного объекта в кристаллическую форму высокоочищенного углевода. Основана на базовых принципах физических и физико-химических процессов, реализуемых в технологических линиях, воплощенных как совокупность взаимосвязанных последовательно установленных единичных экземпляров, групп, комплектов технологического оборудования, поточно-механизированных линий. Для такой сложной технологии в поддержании оптимального режима работы большую роль играет внутрипроизводственный операционный контроль в сочетании с входным контролем сырья. Причем, как показывает практика, для свеклосахарного производства входной контроль сырья при поступлении его в технологическую линию глубоко интегрирован с операционным контролем ввиду тесной взаимосвязи структурных, физических, фитопатологических свойств и химического состава корнеплодов с оптимальными параметрами процессов технологического потока и потребительскими свойствами образующегося сахара. Как отмечено в [5], для обеспечения качества и безопасности выпускаемой продукции необходим системный и поэтапный подход к контролю технологических процессов, что в полной мере относится и к системе технологического контроля производства сахара. Контурно эти подходы сформулированы при обосновании необходимости перехода системы технологического контроля производства сахара на новую парадигму [6]. Отмечено, что развитие методологии контроля технологического потока производства сахара основано на переформатировании действующей системы с переориентацией её задач, актуализации сущностного наполнения элементов структуры: объектов, параметров, периодичности контроля, совершенствовании инструментария в виде методик измерений.

Методы исследования

Выполнено теоретическое обоснование принципов формирования системы методик контроля параметров технологического потока производства сахара. Выбор и обоснование положений базируются на применении логических операций (сравнение, анализ, синтез, абстрагирование и обобщение) для раскрытия новых закономерностей взаимосвязи сущности методик и объектов контроля, в качестве которых выступают полуфабрикаты технологического потока в логической последовательности их превращений от сырья до готовой продукции.

Результаты и обсуждение

В структуре элементов системы контроля технологического потока производства сахара важную роль играет качество измерений состава пищевой продукции и полуфабрикатов потока, что определяется достоверностью результатов измерений, полученных при лабораторных анализах. Достоверность результатов измерений гарантирует, что реализуемая продукция будет иметь надлежащее качество [7]. В свою очередь, достоверность результатов складывается из квалификации лаборатории и технического уровня применяемых методов анализа. В научном и практическом плане многие стандартизованные методы анализа пищевых продуктов устарели, требуют определенной модификации и усовершенствования, а для отдельных показателей они вообще отсутствуют, в связи с чем в ряде отраслей уже проведена или проводится модернизация таких методов, позволяющая исследовать свойства готовой продукции на уровне международных стандартов [8] – [10].

Применительно к готовому продукту – сахару ситуация выглядит следующим образом: все методы испытаний стандартизованы, в основном соответствуют современным требованиям, гармонизированы с международной

практикой; введены методы испытаний по новым ранее отсутствовавшим параметрам, в т. ч. ГОСТ Р 54641–2011 «Сахар. Метод определения крахмала», ГОСТ 12579–2013 «Сахар. Метод определения гранулометрического состава», ГОСТ 34201–2017 «Сахар. Определение диоксида серы йодометрическим методом». Для сырья – сахарной свеклы методы испытаний изложены в ГОСТ Р 53036–2008 «Свекла сахарная. Методы испытаний», который хотя и относительно современен, но внесенные в него методы являются калькой действовавших ранее, сформированных в 70–80-е годы XX в. В настоящее время изменился взгляд на сахарную свеклу как сырье для производства сахара: развивается понятие технологической адекватности сахарной свеклы, в практику свеклосахарного производства входит понятие прослеживаемости формирования её технологической адекватности [11], уточняются и расширяются параметры контроля. Например, в ГОСТ 33884–2016 «Свекла сахарная. Технические условия» введены органолептические показатели, однако метод их определения изложен скудно, к тому же при прослеживаемости сахарной свеклы требуется диагностика ее заболеваний, которая также базируется на органолептической оценке, при этом для неё отсутствуют как стандартизованные методы, так и какие-либо описательные инструкции. Что касается методик контроля полуфабрикатов технологического потока, используемые методики не являются стандартизованными, а изложены в «Инструкции по химико-техническому контролю и учету сахарного производства», базовые положения которой разрабатывались в еще более ранний период.

Следовательно, для поддержания работоспособности системы контроля и расширения её возможностей при обеспечении гибкости технологической линии по отношению к выпуску сахара заданного качества по требованиям промышленных потребителей необходимо выполнить формирование системы методик.

В основу методологии формирования системы методик контроля технологического потока производства сахара полагаем необходимым ввести следующие принципы:

– пакетный принцип создания системы методик измерений параметров;

– комплектование базового (стандартного) и расширенного кейсов методик;

– унификация изложения методик измерений одинаковых параметров по содержательной сущности для разных объектов контроля.

Рассмотрим указанные принципы подробнее. В широком смысле пакетный принцип применяется в методологии нормотворчества, широкую известность он получил в международной практике в условиях глобализации, где декларируются единые подходы на основе международных норм для снятия барьеров и обеспечения совместимости в разных сферах. В более узком значении он применяется и в ведомственном нормотворчестве при деятельности федеральных органов исполнительной власти, что способствует более качественному результату работы. В области технического регулирования данный принцип позволяет поддерживать непротиворечивость совместных инструментов, оптимизировать процесс внесения последующих изменений в техническое законодательство посредством пересмотра укрупненных актов, в которых представлена согласованная позиция широкого круга участников.

При детальном рассмотрении пакетного принципа в области технического регулирования можно увидеть, что его современная интерпретация опирается на идеи комплексной стандартизации, выдвинутой в СССР в 70-х гг. прошлого века. В этот период комплексная стандартизация понималась как деятельность по осуществлению обеспечения полного и оптимального удовлетворения требований заинтересованных сторон [12]. Чаще всего программы комплексной стандартизации применялись для наиболее значимых видов продукции, в т. ч. продукции сельского хозяйства, товаров народного потребления. Комплекс стандартов, как правило, имел иерархическую многоуровневость, предусматривающую тесную взаимосвязь и взаимозависимость нормируемых характеристик, охватываемых комплексом.

В современных условиях использование пакетного принципа признано перспективным направлением стандартизации на международном уровне: имеется опыт его применения в Таможенном союзе, Евразийском экономическом союзе [13]. Что касается современных реалий в России, комплексная стандартизация в соответствии с ГОСТ Р 1.0–2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения» осуществляется в отношении взаимосвязанных объектов и аспектов, стандартизируемых на одном уровне. С одной стороны, это означает преемственность понятия, с другой стороны, произошла его эволюция, которая отвечает современным реалиям снятия любых барьеров для установления требований ко всем аспектам,

связанным с производством продукции, предоставления преференций по внедрению производителем новых прогрессивных решений. Исходя из обозначенной логики, пакетный принцип в современном понимании – это принцип стандартизации со всеми присущими ей стадиями и элементами, применяемый в целях выпуска объекта стандартизации на рынок.

Система методик контроля параметров технологического потока производства сахара будет представлять собой некий набор методик измерений, причем параметры контроля потока имеют много пересечений с параметрами оценки сахара, сахарной свеклы: в них, так же как в полуфабрикатах, контролируют содержание сухих веществ, сахарозы, редуцирующих веществ, золы, цветность продуктов. Выполнение измерений осуществляют с использованием одних и тех же приборов: поляриметров, определяющих величину угла поворота плоскости поляризованного света анализируемого образца в единицах международной сахарной шкалы, принятой для количественной оценки содержания сахарозы в растворах; рефрактометров, предназначенных для определения сухих веществ в растворах; фотометров – для определения цветности сахарных растворов; кондуктометров, предназначенных для определения содержания золы. Система методик контроля параметров технологического потока производства сахара потенциально предназначена для потребителей – предприятий, производящих сахар, т. е. это рыночный продукт; она условно может считаться объектом стандартизации, поскольку в определенном широком смысле является стандартом организации – объединения всех сахарных заводов России.

В этой связи для обеспечения совместимости методик как первичных документов при осуществлении операционного контроля целесообразно обеспечить единые подходы к их разработке, сущностному наполнению, построению и изложению, что возможно путем апроприации пакетного принципа, используемого в стандартизации, закрепив его в модифицированном виде как методический подход при планировании наполнения методиками схемы технологического контроля.

Как отмечено выше, система методик контроля параметров технологического потока производства сахара будет представлять собой набор методик измерений, чем по сути и является «Инструкция по химико-техническому контролю и учету сахарного производства». Но следует учитывать временной диапазон между текущей современностью и периодом формирования её базиса, который минимально составляет 50 лет. За этот период существенно изменились обстоятельства во всех сферах, что повлияло на обстановку среды, взаимодействующей с институтом контроля; наиболее обстоятельные изменения произошли на рынке сахара и побочных продуктов, в локальных процессах технологического потока производства сахара, во взглядах и методологии оценки качества пищевых продуктов, особенно за рубежом.

Так, в России постоянно увеличивается доля промышленного потребления сахара при уменьшении индивидуального потребления, при этом оформилась своеобразная сегментация сахарных заводов, которые специализируются исключительно на поставках продукта промышленным потребителям – предприятиям кондитерской отрасли, производителям безалкогольных и алкогольных напитков и др. Подобные кластеры сложились в Курской, Орловской, Липецкой, Воронежской областях, Краснодарском крае. Между тем промышленные потребители при оценке сырьевой ценности сахара не ограничиваются нормируемыми ГОСТом показателями, а предъявляют дополнительные требования, обусловленные спецификой производства и потребительскими характеристиками выпускаемого пищевого продукта. То есть предметность сахара, его сырьевая ценность определяется соответствием качества введенным дополнительным показателям при его входном контроле, которые базируются на знаниях закономерностей формирования качества пищевых продуктов с использованием сахара.

Для сахарных заводов в экономическом плане возрастает роль рынка побочных продуктов – мелассы, сушеного жома, получаемых при извлечении сахарозы из мелассы ионообменной хроматографией продуктов, которые имеют своих промышленных потребителей. По аналогии с сахаром определенные их потребители предъявляют дополнительные требования помимо отраженных в ГОСТе.

Такая постановка вопроса логично требует расширения номенклатуры параметров контроля технологического потока производства сахара с целью совершенствования оценки соответствия готовой продукции специальным требованиям промышленных потребителей, поскольку потребительские свойства сахара и побочных продуктов формируются на всем протяжении цикла превращения сахарной свеклы в товарные продукты и обусловлены результирующим влиянием множества факторов.

Следует отметить, что, хотя в целом основы технологии сахара остаются неизменными уже двести лет, локальные процессы технологического потока значительно видоизменились за счет новых вариаций схем, переоборудования линий современным энергосберегающим автоматизированным оборудованием нового поколения, закрепления и постоянного расширения используемой линейки технологических вспомогательных средств [14]. Такие изменения технологического потока закономерно вызывают появление новых параметров контроля процессов.

При сравнении подходов к организации системы контроля за рубежом и отечественной практики можно отметить принципиальное различие. Оно состоит в том, что зарубежные производители ориентированы на конкретного потребителя, в связи с чем в перечень контролируемых показателей включают параметры качества пищевого продукта, определяемые условиями рынка [15, 16]. Очевидно, что данный тренд характеризует эволюционное развитие взаимоотношений производителей и потребителей, поэтому его стоит развивать в России.

Исходя из того, что система контроля должна соотноситься с потенциальным потребителем продукции, акцентируя свою направленность применительно к объектам и параметрам контроля, обеспечивающим заданное качество сахара, мелассы, жома, вытекает необходимость расширения номенклатуры параметров контроля для тех предприятий, которые ориентированы на промышленных потребителей своей продукции. Те предприятия, которые ориентированы на индивидуальных потребителей в виде населения, могут продолжать работать по установившейся номенклатуре.

В связи с чем нами предлагается выполнить формирование двух наборов (кейсов) методик, дифференцируемых в зависимости от предназначения – товарности выпускаемого сахара. Критерием дифференциации выступает потребитель сахара: один кейс предназначен для предприятий, у которых товарность сахара ограничена населением, другой – для предприятий, у которых товарность сахара определяется заданными параметрами по требованиям промышленных потребителей. Соответственно первый кейс, обозначенный как стандартный (базовый), будет включать методики измерения основных параметров контроля, предусмотренных действующей системой контроля, с возможной актуализацией; второй кейс, позиционируемый как расширенный, будет включать методики контроля основных и дополнительных параметров, определяющих сырьевую ценность сахара у промышленных потребителей. Расширение номенклатуры параметров контроля в данном кейсе будет опираться на данные исследований в этой области, систематизированные в виде актуальной базы критериев сырьевой ценности сахара для разных отраслей пищевой промышленности, зависимостей между отдельными критериями сахара и параметрами технологического потока его производства. При формировании структуры стандартного и расширенного кейсов детализация позиций номенклатуры параметров контроля будет выполняться на основе учета технологических целей каждого последовательного этапа технологического потока, знаний о его вкладе в формирование потребительских свойств сахара и мелассы. Указанный подход позволит реализовать второй принцип методологии формирования системы методик контроля технологического потока производства сахара.

Переходя к вопросу непосредственного изложения методик измерений, применяющихся в контроле технологического потока производства сахара, следует подчеркнуть, что параметрами контроля являются величины, относящиеся к предмету количественного химического анализа для определения содержания компонентов химическими, физическими или физико-химическими методами. Практическую сторону химического анализа отражают аналитические методики, гарантирующие реальные возможности определения искомого вещества с приемлемыми аналитическими и метрологическими характеристиками. Исходя из этого методики, изложенные в «Инструкции по химико-техническому контролю и учету сахарного производства», по сути, ими не являются, представляя лишь некое контурное описание, без детализации приемов пробоподготовки, условий проведения измерений, требований к лабораторному оборудованию, реактивам и т. д.

В современных условиях требования к методикам измерений можно найти во множестве документов, в т. ч. и ведомственного значения. Общие положения приведены в ГОСТ Р 8.563–2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений» и МИ 3269–2010 «Государственная система обеспечения единства измерений. Построение, изложение, оформление и содержание документов на методики (методы) измерений». На методы количественного химического анализа распространяются положения ГОСТ Р ИСО 5725-(1–6) – 2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений» в шести частях. При этом принятые в них подходы установлены для достижения максимально идентичных результатов измерений, проводимых в различных лабораториях [17].

Учитывая, что контроль технологического потока производства сахара непосредственно на предприятии осуществляется одной лабораторией, причем эти результаты относятся лишь к конкретному потоку, полагаем, что положения этих стандартов следует применять исключительно для оценки правильности результата измерений.

Но ввиду разнообразия аналитических терминов и понятий, применяемых в разных документах, сложившихся методических приемов у аналитических лабораторий разных ведомств и тематической направленности, двойственности в части применяемых в законодательной метрологии понятий и определений [17], желательным является гармонизация всех атрибутов, касающихся методик изложения измерений.

В нашем случае это может быть достигнуто как за счет унификации изложения методик измерений одинаковых параметров для разных объектов контроля по их содержательной сущности, так и за счет унификации изложения самого текста методики. При этом исходим из того, что описание методики должно быть дано в такой полноте, которая необходима и достаточна для воспроизведения методики в любой технически компетентной лаборатории [18], в первую очередь в лаборатории сахарного завода. Для этого может быть использована определенная архитектура изложения текста методики, включающая в т. ч. сведения о применяемом лабораторном оборудовании и измерительных средствах с указанием их технических характеристик, используемых реактивах с указанием квалификации, приготовлении растворов с указанием конечной концентрации, сроках и условиях хранения, пробоподготовке и проведении измерений, оформлении результатов. Указанный подход позволит реализовать третий принцип методологии формирования системы методик контроля технологического потока производства сахара.

Совокупно рассмотренные принципы составляют сущность методологического подхода к формированию системы методик контроля технологического потока производства сахара.

Заключение

Одним из элементов развития института технологического контроля является совершенствование инструментария в виде методик измерений. Предложены, теоретически обоснованы и подробно рассмотрены три принципа методологии формирования системы методик контроля технологического потока производства сахара: пакетный, комплектование стандартного и расширенного кейсов методик, унификация изложения методик.

ЛИТЕРАТУРА

1 Augustin M.A., Riley M., Stockmann R. et al. Role of food processing in food and nutrition security // Trendsin Food Science & Technology. 2016. V. 56. P. 115–125. doi: 10.1016/j.tifs.2016.08.005.

2 Lim S.A.H., Antony J. Statistical proctss control readiness in the food industry: Development of a self-assessment tool // Trends in Food Science & Technology. 2016. V. 58. P. 133–139. doi: 10.1016/j.tifs.2016.10.025.

3 Егорова М.И., Райник В.В., Кретова Я.А. Информационные технологии как инструмент оценки технологических возможностей линии при получении сахара с заданными характеристиками // Научные труды СКФНЦСВВ. 2018. Т. 21. С. 124–128. doi: 10.30679/2587–9847–2018–21–124–128.

4 Матисон В.А. Контроль качества сырья, материалов и готовой продукции в пищевом производстве // Пищевая промышленность. 2016. № 7. С. 8–11.

5 Шелехова Н.В., Поляков В.А. Римарева Л.В. Комплексная система контроля производства этилового спирта и спиртных напитков // Хранение и переработка сельхозсырья. 2015. № 12. С. 53–56.

6 Егорова М.И. Новая парадигма в системе технологического контроля производства сахара // Инновационные процессы в пищевых технологиях: матер. Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 19–20 февраля 2019. Москва: ВНИИЗ, 2019. С. 140–145.

7 Пономарева О.Б., Котов М.В. Опыт оценки качества измерений состава пищевой продукции посредством МСИ // Пищевая промышленность. 2018. № 9. С. 70–73.

8 Медриш М.Э., Абрамова И.М., Савельева В.Б. и др. Контроль качества спиртных напитков, полученных методом дистилляции // Пищевая промышленность. 2019. № 4. С. 60–61. doi: 10.24411/0235–2486–2019–10004.

9 Шелехова Н.В., Шелехова Т.М., Скворцова Л.И. и др. Современное состояние и перспективы развития контроля качества алкогольной продукции // Пищевая промышленность. 2019. № 4. С. 117–119. doi: 10.24411/0235–2486–2019–10059.

10 Серба Е.М., Оверченко М.Б., Игнатова Н.И. и др. К вопросу о контроле качества ферментных препаратов для пищевой промышленности // Пищевая промышленность. 2019. № 4. С. 87–88. doi: 10.24411/0235–2486–2019–10044.

11 Сапронов Н.М., Беляева Л.И., Смирнова Л.Ю. и др. Концептуальные принципы системы сквозного контроля сахарной свеклы для производства сахара // Пища. Экология. Качество: труды XIII Междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 18–19 марта 2016. Новосибирск, 2016. Т. 3. С. 164–168.

12 Аронов И.З., Зажигалкин А.В., Раков А.В. и др. «Пакетный принцип» разработки стандартов – незаслуженно забытая технология планирования в области стандартизации // Стандарты и качество. 2015. № 8 (938). С. 24–30.

13 Крикун Т.И. Пакетный принцип и барьеры в сфере технического регулирования пищевой продукции // Пищевые ингредиенты XXI века: сб. докладов XV международного форума, Москва, 18–21 марта 2014. С. 10–13.

14 Беляева Л.И., Лабузова В.Н., Остапенко А.В. и др. Технологические вспомогательные средства в производстве сахара: от локальных технологий применения к интегрированным // Сахар. 2017. № 3. С. 23–27.

15 Soon J.M., Saguy I.S. Crowdsourcing: A new conceptual view for food safety and quality // Trends in Food Science & Technology. 2017. V. 66. P. 63–72. doi: 10.1016/j.tifs.2017.05.013.

16 Донскова Л.А. Методологические аспекты экспертизы качества пищевых продуктов в отечественной и зарубежной практике: сравнительный анализ // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 12–3. С. 25–29. doi: 10.23670/ IRJ.2017.66.209.

17 Архангельская Е.А., Заморенова Э.Л. Соответствие положений стандартов ГОСТ Р ИСО 5725 при оценке точности результатов измерений // Аналитика и контроль. 2017. Т. 21. № 4. С. 322–331. doi: 10.15826/analitika.2017.21.4.001.

18 Сакаева И.В., Лутцева А.И., Ваганова О.В. и др. Изложение методик высокоэффективной жидкостной хроматографии в стандартах качества лекарственных средств // Ведомости НЦЭСМП. 2014. № 1. С. 4–14.

REFERENCES

1 Augustin M.A., Riley M., Stockmann R. et al. Role of food processing in food and nutrition security. Trends in Food Science & Technology. 2016. vol. 56. pp. 115–125. doi: 10.1016/j.tifs.2016.08.005.

2 Lim S.A.H., Antony J. Statistical proctss control readiness in the food industry: Development of a self-assessment tool. Trends in Food Science & Technology. 2016. vol. 58. pp. 133–139. doi: 10.1016/ j.tifs.2016.10.025.

3 Egorova M.I., Rajnik V.V., Kretova Ya. A. Information technologies as a tool for assessing technological opportunities of the line in obtaining sugar with specified characteristics. Scientific works SKFNTSSVV. 2018. vol. 21. pp. 124–128. doi: 10.30679/2587–9847–2018–21–124–128. (in Russian).

4 Matison V.A. Quality Control of Raw Materials and Finished Products in the Food Industry. Food industry. 2016. no. 7. pp. 8–11. (in Russian).

5 Shelehova N.V., Poljakov V.A. Rimareva L.V. Comprehensive Control System of Production of Ethyl Alcohol and Alcoholic Beverages. Storage and processing of agricultural raw materials. 2015. no. 12. pp. 53–56. (in Russian).

6 Egorova M.I. A new paradigm in the system of technological control of sugar production. Innovative processes in food technology: materials from the International Scientific and Practical Conference, Moscow, 19–20 February 2019. Moscow, VNIIZ, 2019. pp. 140–145. (in Russian).

7 Ponomareva O.B., Kotov M.V. Assessment of the quality measurements of food products by means the inter-laboratory comparative tests. Food industry. 2018. no. 9. pp. 70–73. (in Russian)

8 Medrish M.E., Abramova I.M., Savel'eva V.B. et al. Quality control of distilled spirits. Food industry. 2019. no. 4. pp. 60–61. doi: 10.24411/0235–2486–2019–10004. (in Russian).

9 Shelehova N.V., Shelehova T.M., Skvorcova L.I et al. Modern condition and prospects of development of quality control of alcohol products. Food industry. 2019. no. 4. pp. 117–119. doi: 10.24411/0235–2486–2019–10059. (in Russian).

10 Serba E.M., Overchenko M.B., Ignatova N.I. et al. On the issue about quality control of enzyme preparations for the food industry. Food industry. 2019. no. 4. pp. 87–88. doi: 10.24411/0235–2486–2019–10044. (in Russian).

11 Sapronov N.M., Beljaeva L.I., Smirnova L.Yu. et al. Conceptual principles of the system through the control of sugar beet for sugar production. Food. Ecology. Quality: proceedings from the Internationai Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, 18–19 March 2016. Novosibirsk, 2016. vol. 3. pp. 164–168. (in Russian).

12 Aronov I.Z., Zazhigalkin A.V., Rakov A.V. et al. The “Package principle” of developing standards is an undeservedly forgotten technology of planning in the field of standardization. Standards and quality. 2015. no. 8 (938). pp. 24–30. (in Russian).

13 Krikun T.I. The package principle and barriers in the field of technical regulation of food products. Food Ingredients of the 21st Century: collection of reports from the International Forum, Moscow, 18–21 March 2014. Moscow, 2014. pp. 10–13. (in Russian).

14 Belyaeva L.I., Labuzova V.N., Ostapenko A.V. et al. Technological supportive means in production of sugar: from local technologies of application to integrated. Sugar. 2017. no. 3. pp. 23–27. (in Russian).

15 Soon J.M., Saguy I.S. Crowdsourcing: A new conceptual view for food safety and quality. Trends in Food Science & Technology. 2017. vol. 66. pp. 63–72. doi: 10.1016/j.tifs.2017.05.013.

16 Donskova L.A. Methodological aspects of food quality expertise in domestic and foreign practice: comparative analysis. International Research Journal. 2017. no. 12–3. pp. 25–29. doi: 10.23670/ IRJ.2017.66.209. (in Russian).

17 Arhangel’skaja E.A., Zamorenova E.L. GOST R ISO 5725 statements compliance for the estimate accuracy of measurements results. Analytics and control. 2017. vol. 21. no. 4. pp. 322–331. doi: 10.15826/analitika. 2017.21.4.001. (in Russian).

18 Sakayeva I.V., Lutceva A.I., Vaganova O.V. et al. The description of hplc methods in drug quality standards. Bulletin SCEEMP. 2014. no. 1. pp. 4–14. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Марина И. Егорова к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник, лаборатория методов контроля и стандартизации, НИИ сахарной промышленности, Курский федеральный аграрный научный центр, ул. К.Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия, rniisp@gmail.com

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Marina I. Egorova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, leading researcher, laboratory of control and standardization methods, Scientific Research Institute of the Sugar Industry, Kursk Federal Agrarian Scientific Centre, Karl Marks str., 63, Kursk, 305029, Russia, rniisp@gmail.com

Елена В. Широких к.с.-х.н, научный сотрудник, лаборатория методов контроля и стандартизации, НИИ сахарной промышленности, Курский федеральный аграрный научный центр, ул. К.Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия, xranenie46@yandex.ru

Ирина С. Михалева ст. научный сотрудник, лаборатория испытаний готовой продукции и сырья, НИИ сахарной промышленности, Курский федеральный аграрный научный центр, ул. К.Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия, tk397@rniisp.ru

Любовь Н. Пузанова к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник, лаборатория методов контроля и стандартизации, НИИ сахарной промышленности, Курский федеральный аграрный научный центр, ул. К.Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия, info@rniisp.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2019

Elena V. Shirokih Cand. Sci. (Agric.), sciences researcher, laboratory of control and standardization methods, Scientific Research Institute of the Sugar Industry, Kursk Federal Agrarian Scientific Centre, Karl Marks str., 63, Kursk, 305029, Russia, xranenie46@yandex.ru

Irina S. Mikhaleva senior researcher, laboratory for testing finished products and raw materials, Scientific Research Institute of the Sugar Industry, Kursk Federal Agrarian Scientific Centre, Karl Marks str., 63, Kursk, 305029, Russia, tk397@rniisp.ru

Lyubov N. Puzanova Cand. Sci. (Agric.), leading researcher, laboratory of control and standardization methods, Scientific Research Institute of the Sugar Industry, Kursk Federal Agrarian Scientific Centre, Karl Marks str., 63, Kursk, 305029, Russia, info@rniisp.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.2.2019

ACCEPTED 5.17.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 667.272/.276

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-170-176

Исследование пигментов сине-зеленой водоросли спирулины платенсис для практического использования в технологиях кондитерских изделий

Татьяна К. Каленик [1] kaleniktk@rambler.ru
Елена В. Добрынина [1] elena_victory@list.ru
Виолетта М. Остапенко [1] vetaostapenko_97@mail.ru
Ясуёши Тори [2] torii.yasuyoshi@nihon-u.ac.jp
Юро Хироми [2] hiromi.juro@nihon-u.ac.jp

[1] Дальневосточный федеральный университет, поселок Аякс, 10, г. Владивосток, о. Русский, 690922, Россия
[2] Колледж биоресурсных наук, Нихонский университет, 1866 Камейно, Фудзисава. Канагава 252-0880, Япония

Аннотация. В статье представлено исследование процесса выделения натурального синего пигмента – фикоцианина из биомассы сине-зеленой водоросли *Spirulina platensis* методом водной экстракции с последующим использованием его водного раствора в качестве натурального пищевого красителя в технологии производства голубого шоколада. В последнее время современные пищевые предприятия ведут свою политику в сторону расширения ассортимента выпускаемой продукции, что тесно связано с увеличением потребностей населения в пищевых продуктах нового вида. Одним из вариантов решения этого вопроса является применение пищевых добавок как природного, так и синтетического происхождения. Среди подобных компонентов широкое распространение нашли красители искусственного происхождения, которые обладают высокой красящей способностью и относительно невысокой стоимостью. Однако многие из разрешенных в нашей стране синтетические пищевые красители запрещены в ряде развитых государств как потенциально опасные для здоровья. Синтетические красители красного, желтого и зеленого цвета имеют большое количество природных аналогов – каротиноиды, лютеин, хлорофилл и т.д., за исключением синего красителя, аналогом которого является только антоцианы, являющиеся нестабильными в зависимости от условий pH среды. В данной статье проведена идентификация фикобилипротеинов и хлорофилла *a* в водном экстракте спирулины. Определена массовая концентрация фикобилипротеинов и хлорофилла *a* спектрофотометрическим методом до и после добавления насыщенного раствора сульфата аммония. Проведен сравнительный анализ влияния фракционирования (высаливания) на степень очистки раствора фикоцианина. Представлена и описана технологическая схема извлечения фикоцианина, которая позволяет использовать его в пищевых технологиях в качестве экстракта, либо сухого порошка. Установлена концентрация экстракта фикоцианина из сине-зеленой водоросли спирулины для использования его в производстве голубого шоколада. Определены органолептические и гигиенические показатели готового продукта.

Ключевые слова: сине-зеленые водоросли, спирулина платенсис, фикобилипротеины, фикоцианин, хлорофилл а, экстракция, спектрофотометрия, натуральные красители, голубой шоколад

Research of pigments of blue-green algae spirulina platensis for practical use in confectionery technology

Tatyana K. Kalenik [1] kaleniktk@rambler.ru
Elena V. Dobrynina [1] elena_victory@list.ru
Violetta M. Ostapenko [1] vetaostapenko_97@mail.ru
Yasuyoshi Torii [2] torii.yasuyoshi@nihon-u.ac.jp
Juro Hiromi [2] hiromi.juro@nihon-u.ac.jp

[1] Far Eastern Federal University, Ajax Bay, 10 Vladivostok, i. Russky, 690922, Russia
[2] College of Bioresource Sciences, Nihon University, 1866 Kameino, Fujisawa-shi, Kanagawa 252-0880, Japan

Abstract. The article presents a study of the process of isolation of natural blue pigment – phycocyanin from the biomass of blue-green algae Spirulina platensis by water extraction, followed using its water solution as a natural food colorant in the production of milk chocolate. Recently, modern food enterprises are pursuing their policy towards expanding the range of products, which is closely related to the increasing needs of the population in food of a new kind. One of the solutions to this problem is the use of food additives of both natural and synthetic origin. Among the similar components widespread found dyes synthetic origin, which have high coverage rates and relatively low cost. However, many of the permitted in our country synthetic food dyes are banned in several developed countries as potentially dangerous to health. Synthetic dyes of red, yellow and green color have many natural analogues – carotenoids, lutein, chlorophyll, etc., except for the blue dye, the analogue of which is only anthocyanins, which are unstable depending on the pH conditions. In this article were identified phycobiliproteins and chlorophyll *a* in a water extract of spirulina. The mass concentration of phycobiliproteins and chlorophyll a was determined by spectrophotometric method before and after the addition of ammonium sulfate. A comparative analysis of the effect of fractionation (salting out) on the degree of purification of the phycocyanin solution. Presented and described the technological scheme of extraction of phycocyanin which allows to use it in food technologies as an extract or a dry powder. Established the concentration of phycocyanin extract from blue-green algae spirulina to produce milk blue chocolate. Determined organoleptic and hygienic characteristics of the finished product

Keywords: blue-green algae, spirulina platensis, phycobiliproteins, phycocyanin, chlorophyll a, extraction, spectrophotometry, natural colorants, blue chocolate

Для цитирования

Каленик Т.К., Добрынина Е.В., Остапенко В.М., Тори Ясуёши, Хироми Юро Исследование пигментов сине-зеленой водоросли спирулины платенсис для практического использования в технологиях кондитерских изделий // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 170–176. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-170-176

For citation

Kalenik T.K., Dobrynina E.V., Ostapenko V.M., Torii Yasuyoshi, Hiromi Juro Research of pigments of blue-green algae spirulina platensis for practical use in confectionery technology. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 170–176. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-170-176

Введение

В настоящее время перспективным сырьем для получения биологически активных веществ являются макро- и микроводоросли [1]. Одним из альтернативных источников получения натурального пигмента синего цвета, который может быть использован в качестве натурального пищевого красителя, является сине-зеленая водоросль спирулина платенсис (*Spirulina platensis*).

Вид цианобактерии спирулина платенсис представляет собой нитчатую микроскопическую, не образующую гетероцист, неазотофиксирующую, спиралевидную цианобактерию, использующую для роста энергию фотосинтеза и относящуюся к прокариотам [2].

Спирулина содержит множество пигментов, которые могут быть полезны и биодоступны, в том числе бета-каротин, зеаксантин, хлорофилл *a* (хлорофилл *b* отсутствует), ксантофилл, эхиненон, миксооксантофил, кантаксантин, диатоксантин, 3'-гидроксиэхиненон, бетакриптоксантин и осциллаксантин, а также фикобилипротеины (ФБП) – С-фикоцианин, аллофикоцианин и фикоэритрин [3].

Фикоцианин – белок, входящий в состав фотосинтезирующих пигментных комплексов спирулины – фикобилисом. В составе биомассы спирулины он представлен несколькими изоформами, включая аллофикоцианин и С-фикоцианин. Последний состоит из 2 типов субъединиц молекулярной массой 17–21 кД, организованных в нативном белке в гексамерный комплекс. Каждая субъединица содержит ковалентно связанный хромофор фикоцианобилин, определяющий его биологическую активность. Фикоцианобилин является веществом, родственным билирубину сыворотки крови, и подобно ему обладает свойствами гасителя свободных радикалов. Благодаря этому фикоцианин является активным пищевым антиоксидантом [4]. Фикоцианин подавляет развитие опухолевых клеток, снижает содержание медиаторов воспаления. Кроме этого, он ингибирует окислительный стресс клетки, предотвращает перекисное окисление липидов, повреждения ДНК, разрушение клеточных мембран и гибель клетки [5–7].

С-фикоцианин является не единственным продуктом, извлекаемым из клеточной массы, используются каротиноиды, биополимеры и низкомолекулярные продукты клеток. При сушке получаемой биомассы С-ФЦ частично денатурирует, но сине-зеленая окраска и биологическая активность высушенных препаратов сохраняются годами [8].

Создание методов извлечения С-фикоцианина связано с исследованиями, выполненными в начале XX века Т. Сведбергом [9]. ФБП как окрашенные протеины в развитии этого направления оказались чрезвычайно удобны.

Цель работы – научный поиск и исследование источников натурального пищевого красителя синего цвета, а также возможность его использования в пищевом производстве.

Задачи исследования включали следующие этапы:

– исследование процесса выделения С-фикоцианина из сине-зеленой водоросли спирулины платенсис методом водной экстракции;

– идентификацию ФБП и хлорофилла *a* в экстрактах спирулины спектрофотометрическим методом;

– сравнительный анализ влияния фракционирования на степень очистки раствора фикоцианина;

– возможность применения водного экстракта С-фикоцианина в качестве натурального пищевого красителя в производстве шоколада;

– исследование органолептических и гигиенических показателей готового продукта.

Материалы и методы

Объекты исследования: сухой порошок спирулины (XI'AN FRANKHERB BIOTECH CO., LTD, Китай), водный экстракт спирулины, шоколад с добавлением экстракта фикоцианина.

Экстракцию С-фикоцианина проводили при температуре 45 °С в течение 1 ч, соотношение массы сырья к экстрагенту составляло 1:20. В качестве экстрагента использовали дистиллированную воду.

Массовую концентрацию С-фикоцианина и отдельных ФБП в экстрактах определяли по спектрам поглощения пигментов. Спектрофотометрические исследования полученных пигментных комплексов проводили при длинах волн от 200 до 700 нм. Измерение оптической плотности экстрактов проводили на спектрофотометре Shimadzu UV-1800 (Япония) при длине волны: фикоэритрин – 565 нм, С-фикоцианин – 620 нм и аллофикоцианин – 650 нм, хлорофилл *a* – 664 нм и 750 нм, соответственно до и после добавления 80%-ного раствора сульфата аммония.

Концентрацию фикобилипротеинов в экстракте определяли по формуле, вытекающей из закона Бугера-Ламберта-Бера [10]. Массовую концентрацию хлорофилла *a* в образцах экстракта спирулины платенсис определяли спектрофотометрическим методом по стандартной методике [11]. Экстракт перед повторным измерением подкисляют 0,01 см^3 соляной кислоты на 10 см^3 объема экстракта.

Результаты и обсуждение

Известно, что фикоцианин хорошо растворяется в воде и А.А. Ефимовым был разработан способ выделения С-фикоцианина методом водной экстракции [12]. По данному способу экстрагирование С-фикоцианина ведут при низкой температуре 0–5 °С, в результате чего увеличивается продолжительность экстракции пигмента.

Другим исследователем Н.М. Береговой был предложен усовершенствованный метод выделения С-фикоцианина с использованием горячей экстракции. После дезинтеграции клеточных стенок проводят экстракцию при температуре 45 °С, которая позволяет сократить время экстрагирования [13].

В связи с этим исследовали процесс выделения С-фикоцианина из биомассы сине-зеленой водоросли спирулины платенсис методом водной экстракции, с последующим центрифугированием и фракционированием.

Для повышения выхода извлекаемого С-фикоцианина проводили дезинтеграцию клеточных стенок, так как фикобилипротеиновые комплексы тесно связаны с наружной поверхностью мембраны клетки. Использовали процесс четырехкратного замораживания-оттаивания при температуре -12 °С в течение 20 мин. После дезинтеграции экстрагировали комплекс фикобилипротеинов водой. Известно, что спирулина платенсис является термолабильным сырьем, поэтому экстракцию проводили при температуре 45 °С в течение 1 ч при периодическом перемешивании. Соотношение водоросли и экстрагента составляет 1:20. В результате экстрагирования получали смесь водного экстракта – комплекса пигментов темно-зеленого цвета с частицами водорослей, содержащими остатки хлорофилла и каротиноидов.

Для отделения экстракта С-фикоцианина от водорослевого остатка использовали процесс его центрифугирования на лабораторной центрифуге ЦЛМ1–12 при 3000 мин$^{-1}$ в течение 25 мин. Полученный экстракт имел сине-зеленый цвет, что указывало на присутствие хлорофилла вместе с ФБП.

Результаты идентификации и количественного содержания ФБП в полученных экстрактах спирулины приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Качественный и количественный состав ФБП в экстрактах спирулины платенсис

Table 1.

Qualitative and quantitative composition of FBP in extracts of spirulina platensis

Вещество Substance	Длина волны, нм Wavelength, nm	Значение оптической плотности Optical density value	Массовая концентрация, мг/л Mass concentration, mg / l
С-фикоцианин C-phycocyanin	620	0,150	20,55 ± 0,03
Фикоэритрин Phycoerythrin	565	0,107	13,34 ± 0,01
Аллофикоцианин Allophycocyanin	650	0,090	15,52 ± 0,07

Анализ данных показал, что по спектру поглощения в диапазоне длин волн от 200 до 700 нм водные экстракты спирулины содержат пигменты фикоэритрин, С-фикоцианин, аллофикоцианин, имеющие максимумы поглощения при 565, 620, 650 нм соответственно. По результатам таблицы 1 видно, что С-фикоцианин – преобладающий пигмент в системе ФБП. Его содержание составляет 20,55 мг/л. Лимитирующим является фикоэритрин, концентрация которого составляет 13,34 мг/л.

Однако полученные экстракты спирулины имели сине-зеленый цвет. По-видимому, экстракты, кроме ФБП, содержат хлорофилл *a*. Действительно, результаты идентификации содержания хлорофилла *a* в экстрактах спирулины (таблица 2) указывают на его присутствие.

Таблица 2.

Качественный и количественный состав хлорофилла *a* в экстрактах спирулины платенсис

Table 2.

Qualitative and quantitative composition of chlorophyll *a* in extracts of spirulina platensis

Вещество Substance	Длина волны, нм Wavelength, nm	Значение оптической плотности Optical density value	Значение оптической плотности (подкисление) Optical density value (acidity)	Массовая концентрация, мг/л Mass concentration, mg / l
Хлорофилл *a*	664	0,068	0,051	0,0296 ± 0,001
Chlorophyll *a*	750	0,065	0,049	

Анализ данных показал, что в полученных водных экстрактах содержится большое количество хлорофилла *a*. Концентрация хлорофилла *a* в экстракте составляет 0,0296 мг/л.

Для извлечения С-фикоцианина и очистки его от хлорофилла *a* исследовали процесс его фракционирования. В экстракт спирулины добавляли 80%-ный раствор сульфата аммония в соотношении 2:1 (экстакт: раствор сульфата аммония) до образования осадка С-фикоцианина. Продолжительность процесса фракционирования С-фикоцианина составила 4–5 ч.

После фракционирования полученный осадок фильтровали от сульфата аммония и низкомолекулярных примесей с использованием ацетатных фильтров. В результате фильтрации полученный экстракт приобретает прозрачный голубой цвет с видимым осадком темно-синего С-фикоцианина. Полноту осаждения фикоцианина контролировали по цвету и оптической плотности надосадочной жидкости и осадка (таблица 3).

Таблица 3.

Качественный и количественный состав пигментов в надосадочной жидкости после осаждения С-фикоцианина

Table 3.

Qualitative and quantitative composition of pigments in the supernatant fluid after precipitation of C-phycocyanin

Вещество Substance	Длина волны, нм Wavelength, nm	Значение оптической плотности Optical density value	Массовая концентрация, мг/л Mass concentration, mg / l
С-фикоцианин C-phycocyanin	620	0,061	8,36 ± 0,02
Фикоэритрин Phycoerythrin	565	0,060	7,48 ± 0,02
Аллофикоцианин Allophycocyanin	650	0,056	9,66 ± 0,01

При добавлении в водный экстракт спирулины 80%-ного раствора сульфата аммония начинает выпадать осадок ФБП и сокращается их количество в надосадочной жидкости. Это обусловлено тем, что ФБП являются веществами белкового происхождения и под действием данного реагента выпадают в осадок, соответственно их массовая концентрация в надосадочной жидкости уменьшается. По завершении процесса фракционирования ФБП осадок имеет ярко-синий цвет, а надосадочная жидкость становится прозрачной, что подтверждается результатами спектроскопического анализа. Из данных таблицы 3 видно, что фикоэритрин имеет наименьшее значение массовой концентрации в надосадочной жидкости, которая составляет 7,48 мг/л. Аллофикоцианин является преобладающим компонентом в системе фотопигментов. Его концентрация составляет 9,66 мг/л. Это объясняется тем, что аллофикоцианин, в отличие от остальных пигментов, под действием раствора сульфата аммония выпадает в осадок спустя 1,5–2 ч.

На основании проведенных исследований была разработана технологическая схема извлечения С-фикоцианина (рисунок 1), которая позволяет получить его в качестве жидкого экстракта и сухого порошка. Для достижения порошкообразного состояния осадок С-фикоцианина сушат в потоке воздуха при температуре 45 °С. Полученный порошок имеет ярко-синий цвет без постороннего запаха и привкуса водорослей, хорошо растворяется в воде.

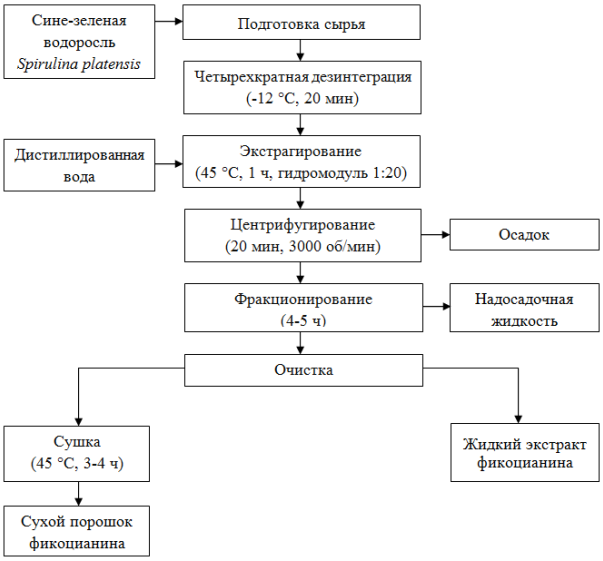


Рисунок 1. Технологическая схема выделения С-фикоцианина из биомассы сине-зеленой водоросли спирулины платенсис

Figure 1. Technological scheme isolation C-phycocyanin from biomass blue-green alga spirulina platensis

По разработанной технологической схеме из биомассы спирулины получали жидкую форму пигмента и исследовали возможность ее использования в технологии производства шоколада.

В технологических экспериментах использовали рецептуру белого шоколада. Белый шоколад – это кондитерское изделие, получаемое на основе масла какао, молока и (или) продуктов его переработки и сахара, в состав которого входит не менее 20% масла какао и не менее 14% сухих веществ молока и (или) продуктов его переработки, в том числе не менее 3,5% молочного жира [14].

Экспериментальным путем был проведен подбор различных концентраций экстракта С-фикоцианина для производства шоколада, основанный на органолептической оценке консистенции, цвета, запаха и вкуса. Для этого были исследованы следующие концентрации экстракта, %: 5, 10, 13, 15. Добавку в жидком виде вносили в количестве 5–10–13–15 мл на 100 г продукта на стадии разведения шоколадной массы перед конширование и темперированием. При этом шоколадная масса приобретала голубой оттенок.

В результате проведенного исследования было определено, что оптимальные органолептические характеристики достигаются при использовании концентрации пигмента в количестве 13% на 100 г продукта. При повышении концентрации отмечается присутствие запаха и привкуса водорослей. На консистенцию шоколадной массы данная добавка влияния не оказывает. После охлаждения цвет готового шоколада остается неизменным.

Органолептическую оценку голубого шоколада проводили по следующим показателям: внешний вид, консистенция, структура, запах и вкус (таблица 4).

Таблица 4.

Органолептическая оценка

Table 4.

Organoleptic evaluation

Показатель Indicator	Характеристика шоколада в соответствии с ГОСТ 31721–2012. Шоколад. ОТУ Chocolate characterization in accordance with GOST 31721-2012. Chocolate. OTU	Характеристика шоколада с использованием экстракта фикоцианина Characterization of chocolate using phycocyanin extract
Вкус и запах Taste and smell	Свойственные для конкретного типа шоколада, без постороннего привкуса и запаха Typical for a particular type of chocolate, without foreign taste and smell	Свойственные для конкретного типа шоколада, не имеет привкуса и запаха водорослей Typical for a particular type of chocolate, has no taste and smell of algae
Внешний вид Appearance	Лицевая поверхность ровная или волнистая, с рисунком или без него, блестящая The front surface is smooth or wavy, with or without pattern, shiny	Лицевая поверхность ровная, но недостаточно блестящая, без поседения The front surface is smooth, but not shiny enough, without graying
Форма Form	Соответствующая рецептуре, используемому оборудованию, без деформации для всех видов шоколада, кроме весового Corresponding to the formulation used equipment, without deformation for all types of chocolate, except weight	
Консистенция Consistency	Твердая | Solid	
Структура Structure	Однородная | Homogeneous	

Огранолептическая оценка показала, что шоколад с добавлением экстракта С-фикоцианина имеет вкус и запах, свойственные шоколаду. Шоколад имеет блестящую ровную лицевую поверхность, без поседения, твердую структуру и однородную консистенцию, не имеет запаха и привкуса водорослей (рисунок 2).

Из результатов таблицы 4 видно, что шоколад с использованием экстракта С-фикоцианина соответствует ГОСТ 31721–2012. «Шоколад. Общие технические условия» по всем органолептическим показателям.

Согласно ТР ТС 021\2011 «О безопасности пищевой продукции» шоколад нормируется по следующим токсичным элементам: свинец, мышьяк, кадмий, ртуть. Результаты проведенных исследований по количеству токсичных элементов в шоколаде с добавлением экстракта С-фикоцианина представлены в таблице 5.

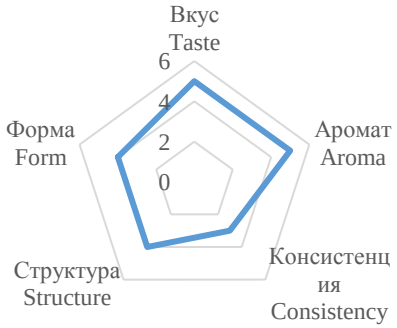


Рисунок 2. Профилограмма органолептических показателей готового продукта

Figure 2. Profilogram of organoleptic characteristics of the finished product

Таблица 5.

Гигиенические показатели шоколада с использованием экстракта фикоцианина

Table 5.

Hygienic parameters of chocolate using extract of phycocyanin

Показатель Indicator	Допустимые уровни, мг/кг Permissible levels, mg / kg,	Фактическое значение, мг/кг Actual value, mg / kg	Погрешность измерений при P=0,95 Measurement error at P=0.95
Pb	<1,0	0,040	±0,014
As	<1,0	0,031	±0,012
Cd	<0,5	<0,050	-
Hg	<0,1	<0,005	-

По данным таблицы 5 можно сделать вывод о том, что шоколад с экстрактом С-фикоцианина полностью соответствует гигиеническим требованиям безопасности ТР ТС 021\2011 «О безопасности пищевой продукции» и, следовательно, является безопасным.

Заключение

Изучен процесс выделения синего пигмента С-фикоцианина из сине-зеленой водоросли спирулины методом экстракции. Установлено, что С-фикоцианин экстрагируется водой при температуре 45 °С в течение 1 ч. Для повышения выхода С-фикоцианина в водный экстракт предварительно проводится дезинтеграция биомассы спирулины.

Идентификация ФБП и хлорофилла *а* в водном экстракте спирулины показала, что преобладающим является С-фикоцианин в смеси ФБП. Установлено, что полученный водный экстракт спирулины содержит хлорофилл *а*, который влияет на цвет экстракта С-фикоцианина.

Исследовали влияние процесса фракционирования на степень очистки раствора С-фикоцианина. Использование в технологии процесса осаждения 80%-ным раствором сульфата аммония позволяет получить чистый экстракт С-фикоцианина, исключая присутствие хлорофилла *а*.

Исследована возможность использования экстракта пигментов из спирулины в кондитерском производстве. Установлена концентрация экстракта С-фикоцианина для применения в технологии шоколада. Органолептическая оценка подтверждает, что использование добавки в концентрации 13% на 100 г шоколадной массы в качестве натурального красителя синего цвета придает ей оригинальный голубой цвет. Шоколад с добавлением экстракта С-фикоцианина соответствует требованиям ТР ТС 021\2011 «О безопасности пищевой продукции».

ЛИТЕРАТУРА

1 Каленик Т.К., Кадникова И.А., Добрынина Е.В., Захаренко А.М. и др. Получение биологически активных веществ из красной водоросли анфельции тобучинской // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 10. С. 19–22.

2 Тамбиев А.Х. Биоэлементология и ее связь с другими дисциплинами // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2015. № 12. С. 23–37.

3 Бобылева А.В. Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья в производстве мучных кондитерских изделий функционального назначения // Евразийское научное объединение. 2018. № 12. С. 63–67.

4 Патент № 2320195, RU, A23J3/20. Способ получения белкового препарата из цианобактерий / Мазо В.К., Гмошинский И.В.; Заявитель и патентообладатель Мазо В.К. № 2006118740/13; Заявл. 31.05.2006; Опубл. 27.03.2008, Бюл. №9.

5 Li B., Zhang X., Gao M., Chu X. Effects of CD59 on antitumoral activities of phycocyanin from Spirulina platensis // Biomed Pharmacother. 2005. V. 59. № 10. P. 551–560.

6 Romay C., Delgado R., Remirez D., González R. et al. Effect of phycocyanin extract on tumor necrosis factor – and nitrite levels in serium wice treated with endotoxim // Arzneim. – Forsch. 2001. № 9. P. 733–736.

7 Belay A., Amer J. The potential Application of Spirulina (Arthrospira) as nutritional and therapeutic supplement in health management // Nutraceutical Assoc. 2002. № 2. P. 27–49.

8 Morais M.G., Vaz M.G., Morais E.G., Costa J.A. Biologically Active Metabolites Synthesized by Microalgae // Biomed. Res. Int. 2014. № 5. P. 1–16.

9 Svedberg T., Lewis N.B. The molecular weights of phycoerythrin and of phycocyan // J. Am. Chem. Soc. 1928. № 2. P. 525–536.

10 Бриттон Г. Биохимия природных пигментов: пер. с англ. Москва: Мир, 1986. 442 с.

11 РД 52.24.784–2013. Массовая концентрация хлорофилла «*а*» Методика измерений спектрофотометрическим методом с экстракцией этанолом. Ростов-на-Дону: ФГБУ ГХИ, 2013. 6 с.

12 Ефимов А.А. Технология получения фикоцианина из термофильных сине-зеленых водорослей как пищевой добавки // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2007. № 5. С. 43–45.

13 Береговая Н.М., Геворгиз Р.Г., Нехорошев М.В. Получение фикобилипротеинов методом горячей экстракции из биомассы спирулины. Керчь: Керченский филиал («ЮгНИРО») федерального государственного бюджетного научного учреждения «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», 2013. 195 с.

14 ГОСТ 31721–2012. Шоколад. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2013. 4 с.

REFERENCES

1 Kalenik T.K., Kadnikova I.A., Dobrynin E.V., Zakharenko A.M. et al. Obtaining biologically active substances from the red algae of the tobuchinsky anfelia. Storage and processing of agricultural raw materials. 2017. no. 10. pp. 19–22. (in Russian).

2 Tambiev A. Kh. Bioelementology and its connection with other disciplines. Questions of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2015. no. 12. pp. 23–37. (in Russian).

3 Bobyleva A.V. Prospects for the use of non-traditional plant materials in the production of flour confectionery products for functional purposes. Eurasian Scientific Association. 2018. no. 12. pp. 63–67. (in Russian)

4 Maso V.K., Gmoshinsky I.V. A method of obtaining a protein preparation from cyanobacteria. Patent RF, no. 2320195, 2008.

5 Li B., Zhang X., Gao M., Chu X. Effects of CD59 on antitumoral activities of phycocyanin from Spirulina platensis. Biomed Pharmacother. 2005. vol. 59. no. 10. pp. 551–560.

6 Romay C., Delgado R., Remirez D., González R. et al. Effect of phycocyanin extract on tumor necrosis factor – and nitrite levels in serium wice treated with endotoxim. Arzneim. – Forsch. 2001. no. 9. pp. 733–736.

7 Belay A., Amer J. The potential Application of Spirulina (Arthrospira) as nutritional and therapeutic supplement in health management. Nutraceutical Assoc. 2002. no. 2. pp. 27–49.

8 Morais M.G., Vaz M.G., Morais E.G., Costa J.A. Biologically Active Metabolites Synthesized by Microalgae. Biomed. Res. Int. 2014. no. 5. pp. 1–16.

9 Svedberg T., Lewis N.B. The molecular weights of phycoerythrin and of phycocyan. J. Am. Chem. Soc. 1928. no. 2. pp. 525–536.

10 Britton G. Biochemistry of natural pigments. Moscow, Mir, 1986, 442 p. (in Russian).

11 Guiding Document 52.24.784–2013. Mass concentration of chlorophyll "a" Measurement procedure by spectrophotometric method with ethanol extraction. Rostov-on-Don, FSBI GHI, 2013. 6 p. (in Russian).

12 Efimov A.A. The technology for the production of phycocyanin from thermophilic blue-green algae as a food additive. News of higher educational institutions. Food technology. 2007. no. 5. pp. 43–45. (in Russian).

13 Beregovaya N.M., Gevorgiz R.G., Nekhoroshev M.V. Preparation of phycobiliproteins by hot extraction from spirulina biomass. Kerch, Kerch branch ("YugNIRO") of the Federal State Budget Scientific Institution "Azov Research Institute of Fisheries", 2013. 195 p. (in Russian)

14 State Standard 31721–2012. Chocolate. General specifications. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 4 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна К. Каленик д.б.н., профессор, Департамент пищевых наук и технологий, Дальневосточный федеральный университет, поселок Аякс, 10, г. Владивосток, о. Русский, 690922, Россия, kaleniktk@rambler.ru

Елена В. Добрынина к.т.н., доцент, Департамент пищевых наук и технологий, Дальневосточный федеральный университет, поселок Аякс, 10, г. Владивосток, о. Русский, 690922, Россия, elena_victory@list.ru

Виолетта М. Остапенко магистр, Департамент пищевых наук и технологий, Дальневосточный федеральный университет, поселок Аякс, 10, г. Владивосток, о. Русский, 690922, Россия, vetaostapenko_97@mail.ru

Ясуёши Тори доцент, Департамент сельскохозяйственной биологии, Колледж биоресурсных наук, Нихонский университет, 1866 Камейно, Фудзисава, Канагава 252-0880, Япония, torii.yasuyoshi@nihon-u.ac.jp

Юро Хироми профессор, Департамент сельскохозяйственной биологии, Колледж биоресурсных наук, Нихонский университет, 1866 Камейно, Фудзисава, Канагава 252-0880, Япония, hiromi.juro@nihon-u.ac.jp

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна К. Каленик, **Елена В. Добрынина** методика проведения эксперимента

Виолетта М. Остапенко написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Ясуёши Тори, Юро Хироми консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.03.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatyana K. Kalenik Dr. Sci. (Biol.), professor, Department of Food Science and Technology, Far Eastern Federal University, Ajax Bay, 10 Vladivostok, 690922, Russia, kaleniktk@rambler.ru

Elena V. Dobrynina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department of Food Science and Technology, Far Eastern Federal University, Ajax Bay, 10 Vladivostok, 690922, Russia, elena_victory@list.ru

Violetta M. Ostapenko master student, Department of Food Science and Technology, Far Eastern Federal University, Ajax Bay, 10 Vladivostok, 690922, Russia, vetaostapenko_97@mail.ru

Yasuyoshi Torii associate professor, Department of Agricultural Bioscience, College of Bioresource Sciences, Nihon University, 1866 Kameino, Fujisawa-shi, Kanagawa 252-0880, Japan, torii.yasuyoshi@nihon-u.ac.jp

Juro Hiromi professor, Department of Agricultural Bioscience, College of Bioresource Sciences, Nihon University, 1866 Kameino, Fujisawa-shi, Kanagawa 252-0880, Japan, hiromi.juro@nihon-u.ac.jp

CONTRIBUTION

Tatyana K. Kalenik, **Elena V. Dobrynina** scheme of the experiment

Violetta M. Ostapenko wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Yasuyoshi Torii, Juro Hiromi consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.3.2019

ACCEPTED 5.14.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.6/7

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-177-183

Сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками для дрожжевого теста

Александр В. Мошкин [1] avmoshkin@doorhan.ru
Анна Т. Васюкова [1] vasyukova-at@yandex.ru
Александр Е. Алексеев [1] sas5791@mail.ru

[1] Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия

Аннотация. Изложены основные сведения о функциональных смесях, предложены варианты композиций и рекомендации по использованию в хлебопечении при массовом производстве. Дана характеристика микробиологических, физико–химических показателей, и приведены результаты токсикологических исследований сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками. Разработаны высококалорийные, среднекалорийные и низкокалорийные композитные смеси для централизованного производства дрожжевого теста. Сухие функциональные смеси могут выпускаться по нормативным документам: ТУ 9161-004-51926638-11 и ТИ к ТУ 9161-004-51926638-11. На сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками получен патент РФ № 2602629. Технологическая схема получения смеси сухой функциональной состоит из следующих операций: просеивание, дозирование рецептурных компонентов в заданных соотношениях: сухой яично-молочной смеси в количестве 56,2-61,6%, сахара – 20,0-24,3% и соли – 14,1-17,2%. В качестве дополнительного сырья вводится ксантан (1,06-2,43%) или гуар (4,25-5,30%) и плодово-ягодные порошки (1,0-1,5%). Затем осуществляется перемешивание, подготовка к реализации. Полученная смесь порционируется и фасуется в бумажные пакеты. Плодово-ягодные порошки готовили из шиповника, черноплодной рябины, крапивы, бананов, яблок и моркови. По микробиологическим исследованиям степень обсемененности при хранении в течение года соответствует СанПиН 2.3.2.1078-01, что позволяет производить сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками для длительного хранения. Они могут храниться в сухом хорошо вентилируемом помещении с соблюдением санитарных правил, при относительной влажности воздуха 65-70 % и температуре 18-20 °С от 0 до 12 мес. Установлено, что в процессе хранения в течение 12 мес. в герметически упакованных бумажных пакетах изменений качества порошков не наблюдалось. Хлебобулочные изделия, изготовленные с использованием данных смесей, могут быть рекомендованы для лечебного, профилактического и геронтологического питания.

Ключевые слова: функциональные смеси, нормативные документы, рецептуры, технология, физико-химические исследования, органолептические показатели

Dry functional blend with fruit-berry powders for yeast dough

Aleksandr V. Moshkin [1] avmoshkin@doorhan.ru
Anna T. Vasyukova [1] vasyukova-at@yandex.ru
Aleksandr E. Alexeyev [1] sas5791@mail.ru

[1] Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky, 73, Zemlyanoy Val Str., Moscow, 109004, Russia

Abstract. The basic information about functional mixtures is outlined, options for compositions and recommendations for use in baking in mass production are proposed. The characteristic of microbiological, physical and chemical indicators is given, and the results of toxicological studies of dry functional mixtures with fruit and berry powders are given. High-calorie, medium-calorie, and low-calorie composite mixtures have been developed for the centralized production of yeast dough. Dry functional mixtures can be produced according to regulatory documents: TU 9161-004-51926638-11 and TI to TU 9161-004-51926638-11. A patent of the Russian Federation No. 2602629 was obtained for dry functional mixtures with fruit and berry powders. The technological scheme for obtaining a dry functional mixture consists of the following operations: sifting, dosing of prescription components in predetermined proportions: dry egg-milk mixture in the amount of 56.2-61.6% sugar – 20.0-24.3% and salt – 14.1-17.2%. Xanthan (1.06-2.43%) or guar (4.25-5.30%) and fruit and berry powders (1.0-1.5%) are introduced as additional raw materials. Then mixing is carried out, preparation for implementation. The resulting mixture is portioned and packaged in paper bags. Fruit and berry powders were prepared from rose hips, aronia, nettle, bananas, apples and carrots. According to microbiological studies, the degree of contamination during storage during the year corresponds to SanPiN 2.3.2.1078-01, which makes it possible to produce dry functional mixtures with fruit and berry powders for long-term storage. They can be stored in a dry, well-ventilated room in compliance with sanitary rules, with a relative humidity of 65-70% and a temperature of 18-20 °C from 0 to 12 months. It was found that during storage for 12 months. in hermetically sealed paper bags, no powder quality changes were observed. Bakery products made using these mixtures can be recommended for medical, preventive and gerontological nutrition.

Keywords: functional mixtures, regulatory documents, formulations, technology, physico-chemical studies, organoleptic indicators

Для цитирования
Мошкин А.В., Васюкова А.Т., Алексеев А.Е. Сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками для дрожжевого теста // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 177–183. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-177-183

For citation
Moshkin A.V., Vasyukova A.T., Alexeyev A.E. Dry functional blend with fruit-berry powders for yeast dough. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 177–183. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-177-183

Введение

Одним из путей решения проблем, связанных с сокращением и унификацией производства, расширением ассортимента, снижением себестоимости и стабилизацией качества хлебобулочных изделий, является использование концентратов в виде сухих функциональных смесей.

Цель работы – разработка композитных смесей для централизованного производства дрожжевого теста.

Материалы и методы

Нами разработаны сухие функциональные смеси и нормативные документы для их производства: ТУ 9161-004-51926638-11 [7, 8] и ТИ к ТУ 9161-004-51926638-11, а также сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками [7, 8], на которые получен патент РФ № 2602629 [7, 8] (таблица 1).

Результаты и обсуждение

На основе проведенных физико-химических и органолептических исследований более целесообразной является технологическая схема получения смеси сухой функциональной, состоящей из следующих операций: просеивание, дозирование рецептурных компонентов в заданных соотношениях, перемешивание, подготовка к реализации [1] (рисунок 1).

Таблица 1.

Рецептуры сухих функциональных смесей [8]

Table 1.

Recipes for dry functional blends

Наименование компонентов для смесей The name of components for mixtures	Расход сырья для производства 100 кг смеси, кг Expenditure of raw materials for the production of 100 kg of mixture, kg		
	Для высококалорийных смесей For high calorie blends	Для среднекалорийных смесей For medium calorie blends	Для низкокалорийных смесей For low calorie blends
Молочная смесь | Dairy mixture			
Молоко сухое | Milk dry	56,80	61,00	53,30
Ксантан | Kcantan	1,40	2,43	1,33
Гуар | Guar	–	–	5,30
Сахар-песок | Sugar-sand	24,00	20,70	22,80
Соль поваренная | Salt	17,00	14,60	16,20
Натрий двууглекислый Sodium bicarbonaly	1,70	1,50	1,60
Яичная смесь | Egg mixture			
Яичный порошок Egg powder	57,30	65,90	63,90
Ксантан | Kcantan	1,45	2,25	1,06
Гуар | Guar	–	–	4,25
Сахар-песок | Sugar-sand	24,30	19,10	19,70
Соль поваренная | Salt	17,20	13,90	12,80
Яично-молочная смесь | Egg and dairy mixture			
Молоко сухое | Milk dry	28,10	30,80	29,40
Яичный порошок Egg powder	28,10	30,80	29,40
Ксантан | Kcantan	1,40	1,23	1,17
Гуар | Guar	–	–	4,70
Сахар-песок | Sugar-sand	23,90	21,00	20,00
Соль поваренная | Salt	16,90	14,80	14,10
Натрий двууглекислый Sodium bicarbonaly [8]	1,70	1,50	1,41

Сухие смеси представляют собой полуфабрикаты хлебопекарного производства, приготовленные на основе пшеничной муки или мучных композитных смесей и дополнительного сырья [10].

Предложена технология производства сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками для дрожжевого теста [8] (рисунок 2), состоящая из просеивания, дозирования сухой яично-молочной смеси в количестве 56,2-61,6%, сахара – 20,0-24,3% и соли –14,1-17,2%.

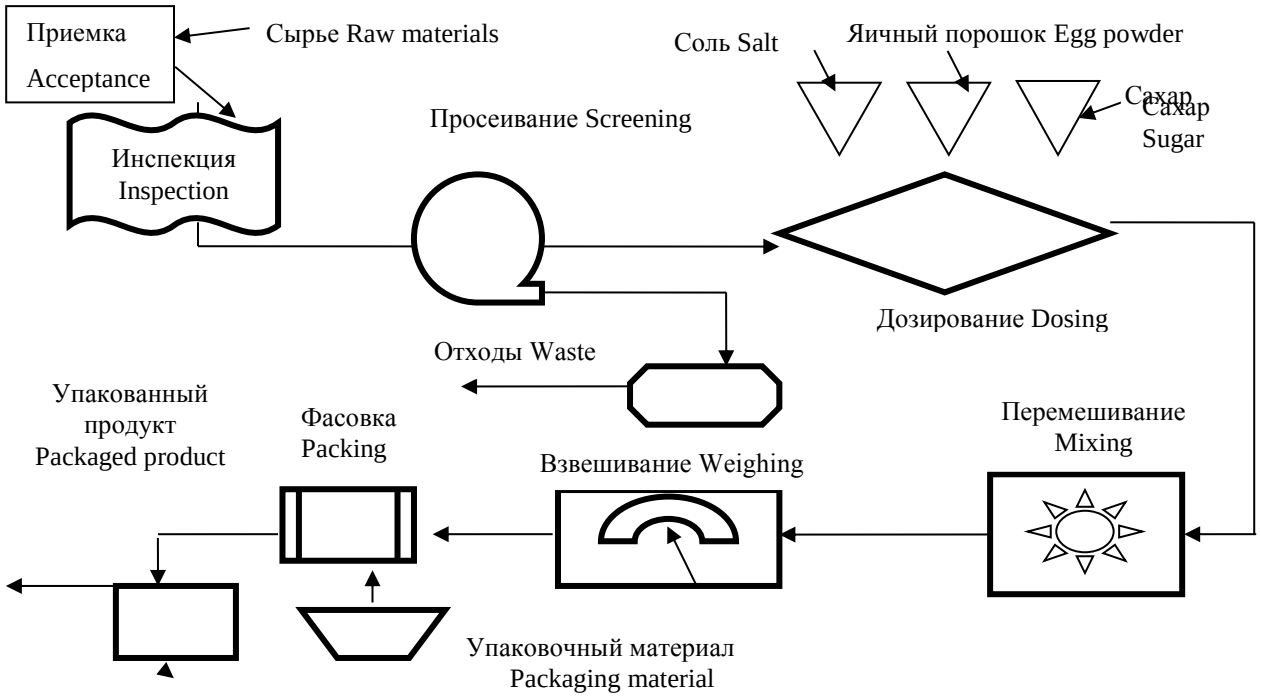


Рисунок 1. Технологическая схема производства сухих функциональных смесей
Figure 1. Dry production scheme functional blends

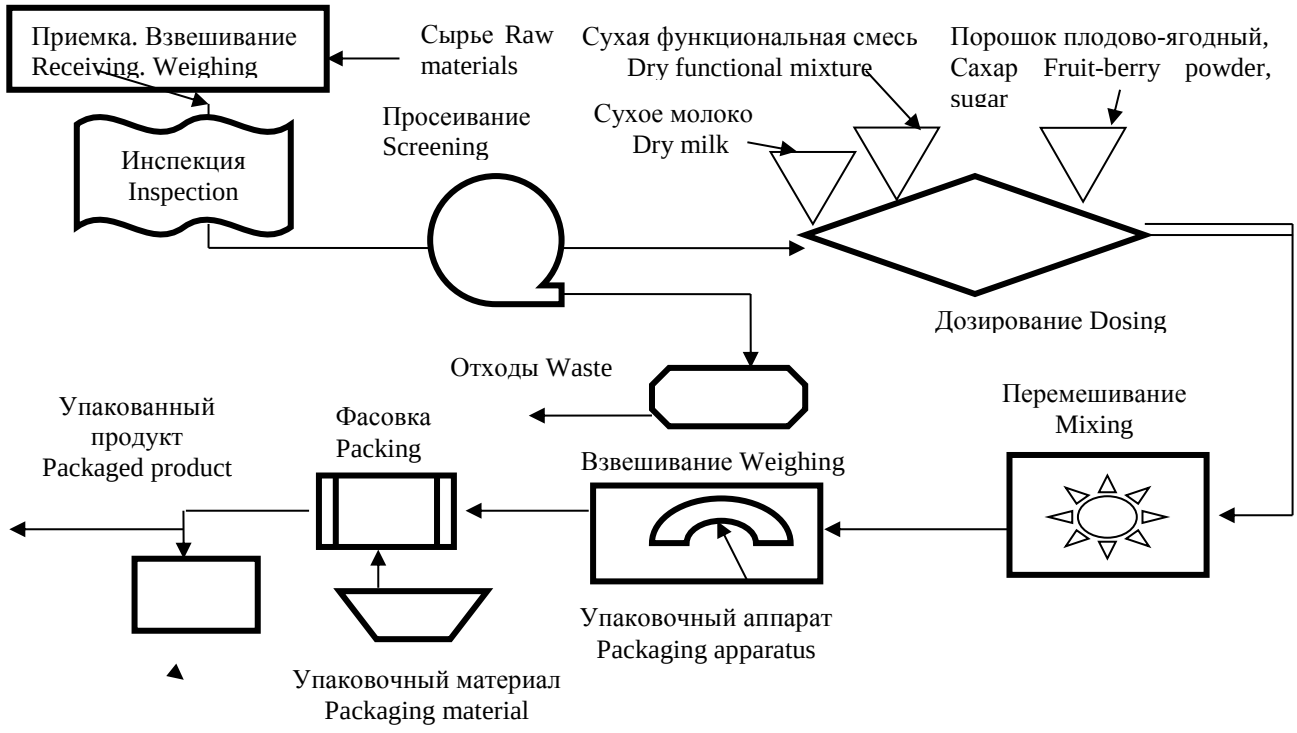


Рисунок 2. Технологическая схема производства сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками
Figure 2. Dry production scheme functional blends with fruit-berry powders

В качестве дополнительного сырья вводится ксантан (1,06-2,43%) или гуар (4,25-5,30%) и плодово-ягодные порошки (1,0-1,5%). Полученная смесь порционируется и фасуется в бумажные пакеты. Хранение производится при температуре 20-23 °С в течение 1 года [2, 3]. Использование плодово-ягодных порошков в рецептурах сухих функциональных смесей для дрожжевого теста, а также показатели качества смесей приведены в таблицах 2–6.

Образцы продукта, приготовленные по предложенной технологии и рецептуре (рисунок 2), хранили при температуре +20 °С от 0 до 12 месяцев. Для контроля был исследован образец непосредственно после приготовления.

Результаты исследования микробиологических показателей качества приведены в таблице 4.

Таблица 2.

Использование плодово-ягодных порошков в рецептурах сухих функциональных смесей для дрожжевого теста [8]

Table 2.

Use fruit powders in dry formulas, functional blends for yeast dough

<table>
<tr><td rowspan="2">Наименование
Name</td><td colspan="3">Концентрации сухих функциональных смесей
Concentrations of dry functional mixtures</td></tr>
<tr><td>молочной | dairy</td><td>яичной | egg</td><td>яично-молочной
egg and dairy</td></tr>
<tr><td>Порошок шиповника
Rosehip powder</td><td>Рецептура № 2 – 1,5%
Recipe No. 2 – 1.5%</td><td rowspan="2">Используется как дополнительное сырье
Used as an additional raw material</td><td>Используется как дополнительное сырье Used as an additional raw material</td></tr>
<tr><td>Порошок черноплодной рябины |
Black-fruited ash powder</td><td rowspan="2">Используется как дополнительное сырье
Used as an additional raw material</td><td>Рецептура № 6 – 1,0%
Recipe No. 6 – 1.0%</td></tr>
<tr><td>Порошок крапивы
Nettle powder</td><td>Рецептура№ 3 – 1,0%
Recipe No. 3 – 1.0%</td><td rowspan="2">Используется как дополнительное сырье
Used as an additional raw material</td></tr>
<tr><td>Порошок бананов
Banana powder</td><td>Рецептура № 1 – 1,2%
Recipe No. 1 – 1.2%</td><td rowspan="2">Используется как дополнительное сырье
Used as an additional raw material</td></tr>
<tr><td>Порошок яблок
Apple powder</td><td rowspan="2">Используется как дополнительное сырье
Used as an additional raw material</td><td>Рецептура № 4 – 1,5%
Recipe No. 4 – 1.5%</td></tr>
<tr><td>Порошок моркови
Carrot powder</td><td>Рецептура № 5 – 1,2%
Recipe No. 5 – 1.2%</td><td>Используется как дополнительное сырье Used as an additional raw material</td></tr>
</table>

Таблица 3.

Органолептические показатели сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками [9]

Table 3.

Organoleptic characteristics of dry functional mixes with fruit-berry powders

Показатель Indicator	Характеристика сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками Characteristics of dry functional mixtures with fruit and berry powders
Внешний вид Appearance	Тонкодисперсный сухой порошок с вкраплениями частиц, соли, допускается наличие легкорассыпающихся комочков Thin dry powder with particles, salt, easy to crumble lumps
Цвет | Color	Свойственный данному виду смеси. Допускается наличие вкраплений соли, сахара, плодово-ягодных порошков: молочное вкрапление – белое с кремоватым оттенком и цветом соответствующего сухого плодово-ягодного порошка; яичное – светло-желтое и цветом соответствующего сухого плодово-ягодного порошка; яично-молочное – светло-желтое и цветом соответствующего сухого плодово-ягодного порошка [9] Characteristic of this type of mixture is allowed to have insets of salt, sugar, fruit and berry powders: milk - white with a creamy tinge and the color of the corresponding dry fruit and berry powder; egg - light yellow and the color of the corresponding dry fruit and berry powder; milk - light yellow and the color of the corresponding dry fruit and berry powder
Вкус и запах | Taste and smell	Вкус, свойственный виду смеси, чистый, сладко-соленый, без посторонних привкусов и запаха: молочный – с ароматом молока и вкусом соответствующего сухого плодово-ягодного порошка; яичный – яиц и вкусом соответствующего сухого плодово-ягодного порошка; яично-молочный – яиц, молока и вкусом соответствующего сухого плодово-ягодного порошка The taste of the characteristic kind of mixture is pure sweet-salty, without foreign tastes and smell: dairy - with the taste and aroma of milk and the taste of the appropriate powdered fruit and berry powder; egg - eggs and the taste of the appropriate dry fruit and berry powder; egg-milk - eggs, milk and the taste of the appropriate dry fruit and berry powder

Таблица 4.

Характеристика микробиологических показателей сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками

Table 4.

Characteristics of microbial indicators for dry functional blends with fruit-berry powders

Показатель Indicator	Наименование сухих функциональных смесей The name of dry functional mixtures	Норма Norm	Фактическое содержание в смесях сухих функциональных с плодово-ягодными порошками, мес. The actual content in the mixtures of dry functional with fruit and berry powders, mon.		
			0	3	12
Количество МАФАМ, КОЕ, в г The number of MAFAMs, COE, in mr.	Молочные смеси: высококалорийные средне калорийные низкокалорийные Dairy mixes: high calorie, low calorie, medium calorie	$6,0 \cdot 10^4$ $6,0 \cdot 10^4$ $5,5 \cdot 10^4$	$3,1 \cdot 10^2$ $3,2 \cdot 10^2$ $2,5 \cdot 10^2$	$5,4 \cdot 10^2$ $6,1 \cdot 10^2$ $5,5 \cdot 10^2$	$8,9 \cdot 10^2$ $9,2 \cdot 10^2$ $7,1 \cdot 10^2$
	Яично-молочные смеси: высококалорийные средне калорийные низкокалорийные Egg and dairy mixes: high calorie, low calorie, medium calorie	$3,3 \cdot 10^4$ $3,0 \cdot 10^4$ $3,0 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^2$ $2,5 \cdot 10^2$ $3,1 \cdot 10^2$	$4,1 \cdot 10^2$ $4,4 \cdot 10^2$ $5,5 \cdot 10^2$	$6,1 \cdot 10^2$ $6,3 \cdot 10^2$ $6,1 \cdot 10^2$
БГКП (колиформы), в 1г BGKP (coliforms), 1g	Смеси сухие функциональные Dry functional blends	Не допускается Not allowed	Не обнаружено Not detected		
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. бактерии рода Сальмонелла, в 25г Pathogens, such as salmonella bacteria, in 25g					
Proteus, в 0,1 г	Яичная. Яично-молочная Egg. Egg and dairy				
Плесневые грибы, КОЕ Mould mushrooms, КОЕ	Смеси сухие функциональные Dry functional blends	<10	–	<5	5

Результаты микробиологических исследований (табл. 4) свидетельствуют о том, что степень обсемененности при хранении в течение года соответствует СанПиН 2.3.2.1078-01, что позволяет производить сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками для длительного хранения [4, 5]. Результаты токсикологических исследований смесей приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Токсикологические исследования сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками

Table 5.

Toxicological studies of dry functional blends with fruit-berry powders

Наименование смесей The name of the mixtures	Массовая доля тяжелых металлов, мг/кг[1] | Mass heavy metal, mg/kg [1]					
	Pb	Cd	As	Cu	Hg	Zi
Норма для молочных, мг/кг | Norm for dairy, mg/kg	0,06	0,06	0,03	0,6	0,003	3,0
Молочные: | Dairy:						
высококалорийные | high calorie	0,02	Не обнаружены Not detected		0,32	Не обнаружены Not detected	1,38
среднекалорийные | medium calories	0,02			0,31		1,22
низкокалорийные | low calorie	0,03			0,26		1,31
Норма для яичных, мг / кг	1,8	0,06	0,32	9,6	0,06	128,0
Яичные: | Egg:						
высококалорийные | high calorie	1,21	Не обнаружены Not detected		4,0	Не обнаружены Not detected	37,9
среднекалорийные | medium calories	0,99			3,5		41,3
низкокалорийные | low calorie	0,95			3,1		36,5
Норма для яично-молочных, мг / кг Norm for egg-dairy, mg / kg	0,12	0,012	0,16	4,4	0,05	60,0
Яично-молочные: | egg and dairy:						
высококалорийные | high calorie	0,06	Не обнаружены Not detected		2,1	Не обнаружены Not detected	32,5
средне калорийные | medium calories	0,05			2,3		35,1
низкокалорийные | low calorie	0,06			2,6		36,2
Примечание 1 – фактическое содержание в смесях сухих функциональных, мг/кг | Note 1 – actual content in dry functional, mg/kg mixtures						

Сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками хранили в сухом хорошо вентилируемом помещении с соблюдением санитарных правил, при относительной влажности воздуха 65-70 % и температуре 18-20 °С от 0 до 12 мес. [6, 7]. Установлено, что в процессе хранения в течение 12 мес. в герметически упакованных бумажных пакетах изменений качества порошков не наблюдалось.

Таблица 6.

Физико–химические показатели сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками

Table 6.

Physical and chemical properties of dry functional blends with fruit-berry powders

Показатель	Наименование сухих функциональных смесей The name of dry functional mixtures		
	Высококалорийные High calorie	Среднекалорийные Medium caloric	Низкокалорийные Low calorie
Массовая доля влаги, %: Moisture content, %:			
молочных | dairy	3,0 ± 0,1	3,0 ± 0,1	3,0 ± 0,1
яичных | egg	4,1 ± 0,2	4,1 ± 0,2	4,1 ± 0,2
яично-молочных | egg and dairy	2,5 ± 0,1	2,5 ± 0,1	2,5 ± 0,1
Массовая доля белка, %: Mass protein share, %:			
молочных | dairy	21,5 ± 1,0	23,1 ± 1,5	20,2 ± 1,0
яичных | egg	26,1 ± 1,2	29,6 ± 1,3	28,7 ± 1,4
яично-молочных | egg and dairy	23,7 ± 1,1	24,8 ± 1,2	24,2 ± 1,2
Массовая доля жира, %: Mass fraction of fat,%:			
молочных | dairy	0,66 ± 0,03	0,61 ± 0,03	0,53 ± 0,02
яичных | egg	23,83 ± 1,00	23,52 ± 1,15	21,31 ± 1,17
яично-молочных | egg and dairy	11,81 ± 0,51	11,3 ± 0,56	10,78 ± 0,56
Массовая доля сахара, %: Mass sugar, %:	24,0 ± 1,2	20,0 ± 1,0	20,6 ± 1,0
Массовая доля золы, %: Mass ash share, %:			
молочных | dairy	20,10 ± 1,01	19,11 ± 0,89	18,17 ± 0,94
яичных | egg	20,30 ± 1,01	16,43 ± 0,82	15,82 ± 0,79
яично-молочных | egg and dairy	20,05 ± 1,00	17,30 ± 0,86	16,85 ± 0,84
Эмульгирующая емкость, % масла Emulsifying capacity, % of oil	78 ± 2	80 ± 3	82 ± 3
Стабильность эмульсии, % Stability of emulsion, %	99 ± 1	99 ± 1	99 ± 1
Вязкость суспензии, 10^{-3} Па · с Suspension, 10^{-3} Pa · s	80–90	160–180	210–230

Заключение

Производство сухих функциональных смесей может быть реализовано предложенным способом. Сохраняются все питательные и целебно-профилактические свойства. Смеси обладают приятными вкусовыми качествами. Хлебобулочные изделия, изготовленные с использованием данных смесей, могут быть рекомендованы для лечебного, профилактического и геронтологического питания.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ильина О.А. Расширять ассортимент хлеба для здорового питания – важная задача отрасли // Хлебопродукты. 2014. № 3. С. 14–15.

2 Макарова О.В., Пшенишнюк Г.Ф., Иванова А.С. Повышение качества хлеба на зерновой основе // Зерновые продукты и комбикорма. 2015. Т. 1. № 4 (60). С. 38–44.

3 Пат. № 2602629, RU, A21D 2/18, 2/36. Способ получения сухих функциональных смесей / Васюкова А.Т., Мошкин А.В., Пучкова В.Ф., Кирьянова Г.П. Охотников С.И., Кабанова Т.В. № 2015127326/13; Заявл. 07.07.2015; Опубл. 20.11.2016, Бюл. № 32.

4 Бертине Р. Свой хлеб. М.: Астрель: Corpus, 2010. 160 с.

5 Вершинина О.Л., Гончар В.В., Росляков Ю.Ф. Создание функциональных хлебобулочных изделий с заданными свойствами // Хлебопродукты. 2013. № 12. С. 58–60.

6 Нилова Л.П. Булочные изделия с плодово-ягодными порошками для улучшения рациона питания населения России // Вопросы питания. 2015. Т. 84. № S5. С. 57.

7 Долматова И. А., Латыпова С. Ш. Продукты функционального назначения в питании населения // Молодой ученый. 2016. №7. С. 63–65. URL: https://moluch.ru/archive/111/27940/

8 Mamtsev A.N., Kozlov V.N., Ponomarev E.E. et al. Innovative technologies of industrial food production, enriched in biomicrocells // Food science, engineering and technologies 2009: scientific conference with international participation. Plovdiv: UFT Academic Publishing House. V. 56. № 1. P. 607–608.

9 Arai S. Global view on functional foods: Asian perspectives // British J. Nutrition. 2002. V. 88. № 2. P. 139–143.

10 Goldberg I. Functional Foods: Designer Foods, Pharmafoods, Nutraceuticals. CRC, 2006. 560 p.

REFERENCES

1 Ilyina O.A. To expand the assortment of bread for a healthy diet is an important task of the industry. Bread products. 2014. no. 3. pp. 14–15. (in Russian).

2 Makarova O.V., Pshenishnyuk G.F., Ivanova A.S. Improving the quality of grain-based bread // Cereal products and animal feed. 2015. vol. 1. no. 4 (60). pp. 38–44. (in Russian).

3 Vasyukova A.T., Moshkin A.V., Puchkova V.F., Kiryanova G.P. Okhotnikov S.I., Kabanova T.V. A method of obtaining dry functional mixtures. Patent RF, no. 2602629, 2016.

4 Bertine R. Own bread. Moscow, Astrel, Corpus, 2010.160 p. (in Russian).

5 Vershinina O.L., Gonchar V.V., Roslyakov Yu.F. Creation of functional bakery products with desired properties. Bread products. 2013. no. 12. pp. 58–60. (in Russian).

6 Nilova L.P. Bakery products with fruit and berry powders to improve the diet of the population of Russia. Nutrition issues. 2015.vol. 84. no. S5. pp. 57. (in Russian).

7 Dolmatova I.A., Latypova S.S. Products of functional purpose in the nutrition of the population. Young scientist. 2016. no. 7. pp. 63–65. Available at: https://moluch.ru/archive/111/27940/ (in Russian).

8 Mamtsev A.N., Kozlov V.N., Ponomarev E.E. et al. Innovative technologies of industrial food production, enriched in biomicrocells. Food science, engineering and technologies 2009: scientific conference with international participation. Plovdiv: UFT Academic Publishing House. vol. 56. no. 1. pp. 607–608.

9 Arai S. Global view on functional foods: Asian perspectives. British J. Nutrition. 2002. vol. 88. no. 2. pp. 139–143.

10 Goldberg I. Functional Foods: Designer Foods, Pharmafoods, Nutraceuticals. CRC, 2006. 560 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр В. Мошкин аспирант, кафедра технологий продукции и организации общественного питания, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, avmoshkin@doorhan.ru

Анна Т. Васюкова д.т.н., профессор, кафедра технологий продукции и организации общественного питания, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, vasyukova-at@yandex.ru

Александр Е. Алексеев аспирант, кафедра технологий продукции и организации общественного питания, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, sas5791@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр В. Мошкин разработал технологии сухих функциональных смесей

Анна Т. Васюкова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Александр Е. Алексеев провел физико-химические исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr V. Moshkin graduate student, technology products and catering services department, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky, 73, Zemlyanoy Val Str., Moscow, 109004, Russia, avmoshkin@doorhan.ru

Anna T. Vasyukova Dr. Sci. (Engin.), professor, technology products and catering services department, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky, 73, Zemlyanoy Val Str., Moscow, 109004, Russia, vasyukova-at@yandex.ru

Aleksandr E. Alexeyev graduate student, technology products and catering services department, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky, 73, Zemlyanoy Val Str., Moscow, 109004, Russia, sas5791@mail.ru

CONTRIBUTION

Aleksandr V. Moshkin developed dry functional mix technolog

Anna T. Vasyukova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Aleksandr E. Alexeyev conducted physical and chemical research

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.2.2019

ACCEPTED 5.15.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 663.4

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-184-190

Применение цветов кудзу для снижения токсичности пива

Татьяна В. Меледина [1] tatiana. meledina@yandex.ru
Светлана Г. Давыденко [2] Svetlana.Davydenko@baltika.com
Ксения И. Аравина [1] Kcenya.aravina@mail.ru
Оксана В. Головинская [1] oksana2187@mail.ru
Элли Р. Амирова [3] eamirova@hotmail.com
Инна В. Новикова [4] noviv@list.ru

[1] Университет ИТМО, Кронверкский пр-т, 49, Санкт-Петербург, Россия
[2] Пивоваренная компания «Балтика», 6 Верхний пер, 3, г. Санкт-Петербург, 194292, Россия
[3] Pacific College of Oriental Medicine, г. Сан-Диего, США
[4] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Последние 30 лет тревожный рост потребление алкоголя отмечается во многих странах мира. Это ведет к увеличению производства алкоголя. Например, в Китае производство пива увеличилось в 2,27 раза за последние 18 лет. Годовой объем потребления алкогольных напитков на душу населения в Китае вырос с 4,9 л в 2003–2005 гг. до 7,2 л в 2016 г. В Европе для лечения алкогольной зависимости используются различные химические препараты. Восточная медицина для лечения алкоголизма применяет экстракты растения Pueraria Lobata Flower (кудзу). Принцип действия кудзу основан на снижении активности ферментов, расщепляющих этанол в организме человека, в результате чего оптимизируется метаболизм этанола в печени. При этом снижаются токсические эффекты алкоголя. На фоне уменьшения токсичности при одновременном усилении эффекта опьянения уменьшается потребность в алкоголе. Целью данных исследований являлось изучение влияния экстракта из цветов кудзу на снижение токсичности этанола и выявление возможности применения экстракта в пивоварении. Определение концентрации алкоголя, при которой наблюдается снижение его токсичности при добавлении экстракта, проводили с помощью теста с дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*. В ходе исследований было установлено положительное влияние экстракта из цветов кудзу на устойчивость дрожжей к этанольному стрессу и, как следствие, на их физиологическую активность. Кроме того, был сделан вывод, что экстракт из цветов кудзу целесообразно добавлять в пиво после процесса фильтрации.

Ключевые слова: цветки кудзу, алкоголизм, снижение токсичности, пиво

Application of kudzu flowers to reduce beer toxicity

Tatyana V. Meledina [1] tatiana. meledina@yandex.ru
Svetlana G. Davydenko [2] Svetlana.Davydenko@baltika.com
Ksenia I. Aravina [1] Kcenya.aravina@mail.ru
Oksana V. Golovinskaia [1] oksana2187@mail.ru
Ellie R Amirova [3] eamirova@hotmail.com
Inna V. Novikova [4] noviv@list.ru

[1] ITMO University, Kronverksky av., 49, St. Petersburg, Russia
[2] Baltika BreweriesPart of the Carlsberg Group, 6 Upper Lane, 3, St. Petersburg, 194292, Russia
[3] Pacific College of Oriental Medicine, San Diego, USA
[4] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Over the past 30 years, alarming growth in alcohol consumption has been observed in many countries around the world, which is reflected in an increase in alcohol production. For example, in China, beer production has increased 2.27 times over the past 18 years. The annual per capita consumption of alcoholic beverages in China increased from 4.9 liters in 2003–2005 to 7.2 liters in 2016. In Europe, various chemicals are used to treat alcohol dependence. Eastern medicine for the treatment of alcoholism uses extracts of the plant Pueraria Lobata Flower (kudzu). The principle of action of kudzu is based on a decrease in the activity of enzymes that break down ethanol in the human body, as a result of which the metabolism of ethanol in the liver is optimized. At the same time, the toxic effects of alcohol are reduced. With a decrease in toxicity while enhancing the effect of intoxication, the need for alcohol decreases. The purpose of these studies was to study the effect of the extract from kudzu flowers on reducing the toxicity of ethanol and to identify the possibility of using the extract in brewing. Determination of the concentration of alcohol, at which there is a decrease in its toxicity with the addition of the extract, was carried out using a test with *Saccharomyces cerevisiae* yeast. In the course of studies, a positive effect of the extract from kudzu flowers on the resistance of yeast to ethanol stress and, as a consequence, on their physiological activity was established. In addition, it was concluded that it is advisable to add the extract from kudzu flowers to beer after the filtration process.

Keywords: kudzu flowers, alcoholism, toxicity reduction, beer

Для цитирования
Меледина Т.В., Давыденко С.Г., Аравина К.И., Головинская О.В., Амирова Э.Р., Новикова И.В. Применение цветов кудзу для снижения токсичности пива // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 184–190. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-184-190

For citation
Meledina T.V., Davydenko S.G., Aravina K.I., Golovinskaia O.V., Amirova E.R., Novikova I.V. Application of kudzu flowers to reduce beer toxicity. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 184–190. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-184-190

Введение

Чрезмерное потребление алкоголя отрицательно влияет на здоровье человека. В настоящее время весьма популярным алкогольным напитком является пиво, потребление которого в некоторых странах Западной Европы превышает 80 л на человека в год [7]. Появился даже такой термин, как пивной алкоголизм. Однако необходимо отметить, что в отличие от вина и крепких алкогольных напитков, например, водки, пиво содержит большое количество биологически активных веществ, среди которых фенольные соединения, незаменимые аминокислоты, горькие кислоты, макро- и микроэлементы, источниками которых являются солод, хмель и продукты метаболизма дрожжей. Некоторые из этих соединений благоприятно влияют на пищеварение. V. Singer с соавторами изучал влияние сусла, молодого пива (6 суток брожения) и пива после дображивания (6 недель) на выделение желудочного сока [16]. Было обнаружено, что молодое пиво и пиво после дображивания стимулирует выделение желудочного сока и гастрина, в то время как сусло не оказывало этого эффекта. Позже такой же эффект обнаружил S. Teyssen с соавторами [17]. Следует иметь в виду, что помимо биологически активных соединений пиво содержит алкоголь, массовая доля которого обычно составляет 4,0–4,8% V/V, а в некоторых сортах превышает 13%. Поэтому даже употребление небольшого количества напитка с повышенным содержанием алкоголя может негативно повлиять на здоровье человека.

Известно, что катаболизм этанола происходит в печени. Процесс идет в два этапа. На первом этапе происходит окисление этанола алкогольдегидрогеназой (АДГ) – ферментом, локализованным в основном в цитоплазме и митохондриях клеток печени. В ходе реакции образуются ацетальдегид и восстановленный кофермент НАДН [5]. Ген, кодирующий АДГ, является полиморфным. В зависимости от того, какой вариант гена кодирует алкогольдегидрогеназу, активность фермента может быть как высокой, так и низкой. В случае высокой активности фермента процесс окисления этанола до ацетальдегида происходит быстрее, в результате чего в организме человека накапливается больше ацетальдегида [12].

На втором этапе под действием фермента альдегиддегидрогеназы (АЛДГ) происходит окисление ацетальдегида до уксусной кислоты. Конечными продуктами катаболизма этанола являются углекислый газ и вода. Существуют два основных изофермента альдегиддегидрогеназы: цитоплазматический и митохондриальный. В результате мутации образовалось два варианта митохондриальной альдегиддегидрогеназы: АЛДГ2 (1) и АЛДГ2(2). Фермент, кодируемый геном АЛДГ2(2), обладает более низкой активностью, чем фермент, кодируемый геном АЛДГ2(1). Если у человека преобладает мутировавшая изоформа АЛДГ2(2), то ацетальдегид окисляется медленнее, что объясняет повышенную чувствительность некоторых людей к алкоголю. Данный вариант метаболизма, когда образовавшийся на первом этапе ацетальдегид накапливается в большом количестве в организме и циркулирует в крови в высоких концентрациях, считается в какой-то мере защитой от алкоголизма, так как впоследствии накопившийся в крови ацетальдегид вызывает определенные симптомы интоксикации: покраснение лица, рвоту, тошноту.

У большинства людей все происходит наоборот. Из-за низкой активности АДГ первый этап окисления этанола до ацетальдегида идет медленно и этанол длительно не выводится из организма, в то время как второй этап происходит быстро благодаря высокоактивной альдегиддегидрогеназе (АЛДГ2(1). Получается, что ацетальдегид не накапливается в большом количестве в организме таких людей, из-за чего они меньше страдают от потребления алкоголя, что увеличивает риск развития алкогольной зависимости.

Наиболее эффективным методом лечения алкогольной зависимости является использование лекарственных препаратов. Широко известны три синтетических одобренных FDA препарата (*Food and Drug Administration*) для лечения алкоголизма: дисульфирам, налтрексон и акампросат, однако эффективность их незначительна [8, 19].

К альтернативным методам лечения алкогольной зависимости относится использование различных трав. Например, в Восточной медицине более 2500 лет для этой цели применяют растение кудзу (*Pueraria labota*) [4, 9]. Экстракт из корней или цветов кудзу является единственным натуральным препаратом, дающий положительный эффект при борьбе с алкоголизмом [10]. Выделены соединения, которые ответственны за данный эффект. Это относящиеся к изофлавонам вещества, такие, как пуэрарин, дайдзин, дайдзеин [22], а также обнаруженные в цветах кудзу каккалидон, иризолидон, текторидин [6].

В опытах с крысами использование выделенных из корней кудзу пуэрарина и дайдзина показало существенное снижение потребления алкоголя у подопытных животных [3, 15]. Подобный эффект был получен в клинических условиях. Так при дозировке пуэрарина 1200 мг/сут потребление пива опытной группы

пациентов снизилось с 3,5 до 2,4 л/сут [14]. Lin и его коллеги установили снижение потребления алкоголя на 40–65% при пероральном приеме пуэрарина уже в дозировке 100–300 мг/кг/день [11].

Yamazaki et.al. выяснили, что внутривенно вводимый каккалидон, выделенный из цветов кудзу, способствовал снижению смертности мышей, вызванной инъекцией этанола [21].

Для достижения максимального эффекта от препаратов необходимо знать механизм действия того или иного соединения в первую очередь на активность АЛДГ2 (ALDH2). Исследования, проведенные с дайдзином показали, что механизм его действия заключается в увеличении соотношения активности митохондриальной моноаминоксидазы (МАО) и альдегиддегидрогеназы (ALDH2) [9]. По-видимому, и другие изофлавоны, входящие в экстракты из корней и цветов, имеют подобный механизм действия.

Анализ рынка препаратов из кудзу показал, что в настоящее время в основном используются экстракты из корня, стандартизированные либо по изофлавонам (например, *NP1*–031), либо по пуэрарину (например, *Kudzuvine Root Soft Gel*), либо по дайдзину (например, капсулы фирмы *Nature, Herbs*). Однако не менее эффективны водные экстракты из цветов кудзу, причем рекомендуемая дозировка их почти в два раза ниже. Так, согласно *Chinese medical herbology and pharmacology* [6] следует в день применять экстракты из 10–20 г корней, в то время как для достижения такого же эффекта требуется экстракт из 3–12 г цветов.

Цель исследования – изучение влияния экстракта из цветов кудзу на снижение токсичности этанола и выявление возможности применения экстракта в пивоварении.

Материалы и методы

Экстракты готовили из цветов кудзу («Pueraria Lobata Flower») с содержанием сухих веществ 93,3%. (производитель plum flower brand).

Для приготовления экстракта цветы массой 4 г измельчали до размера частиц 3–5 мм и смешивали с дистиллированной водой. Общий объем раствора составлял 40 мл. Экстрагирование осуществляли при температуре 100 °С в течение 30 мин.

Определение концентрации алкоголя, при которой наблюдается снижение его токсичности при добавлении экстракта, проводили с помощью теста с дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*, разработанного С.Г. Давыденко [1].

В качестве тест-культуры были использованы дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* Y-3194. Концентрация дрожжей 2 суточной культуры составляла $2 \cdot 10^8$ клеток/мл.

Питательная среда состояла из раствора глюкозы (40%), питательной среды YEPD (yeast extract peptone dextrose), дрожжевой суспензии и экстракта цветов кудзу, варьировали количество этанола и воды. Общий объем среды составлял 2 мл. Полученные образцы термостатировали при температуре 30 °С в течение 17 ч. По истечении этого времени определяли количество выделившегося диоксида углерода и подсчитывали мертвые клетки при помощи окрашивания их метиленовым синим (таблица 1).

Таблица 1.

Состав среды культивирования дрожжей при изучении влияния экстракта из цветов кудзу на токсичность этанола

Table 1.

The composition of the culture medium of yeast when studying the effect of the extract from kudzu flowers on the toxicity of ethanol

Образец Sample	H_2O, ml	Этанол, 96%, мл | Ethanol, 96%, ml	YEPD	Экстракт из цветов, мл Flower extract, ml	Глюкоза (40%), мл Glucose (40%), ml	Дрожжевая суспензия, мл Yeast suspension, ml
Контроль Control	0,75	0,0	0,25	–	0,5	0,5
2	0,25	0,50	0,25	–	0,5	0,5
3	0,50	0,25	0,25	–	0,5	0,5
4	0,65	0,10	0,25	–	0,5	0,5
5	0,50	0,0	0,25	0,25	0,5	0,5
6	0,0	0,50	0,25	0,25	0,5	0,5
7	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5
8	0,40	0,10	0,25	0,25	0,5	0,5

Для приготовления светлого пива применяли светлый солод по ГОСТ 29294–2014 (производитель – завод Суффле, Санкт-Петербург), гранулированный хмель (тип 45) сорта Saaz (Чешская республика), дрожжи Y-3194.

Физико-химические показатели пива (Р=11,0 ± 0,1) используемого для купажирования с экстрактом из цветов кудзу, приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Физико-химические показатели пива

Table 2.

Physico-chemical characteristics of beer

Показатели | Indicators	1-я варка | 1 brew
Этанол, % об | Ethanol, % vol	4,99–4,81
Этанол, масс.% | Ethanol, wt%	3,97–3,78
Действительная степень сбраживания (RDF), % | The real degree of fermentation (RDF), %	68,63–68,21
Горечь, ед. ЕВС* | Bitterness, EBC	21–23
Цвет, ед. ЕВС | Colour, EBC	40–45

Результаты и обсуждение

Для исследования эффективности препаратов в медицинской практике сначала проводят опыты на животных. Однако существуют более дешевые способы, которые исключают опыты на животных. Одним из таких способов является применение в качестве тест-организмов дрожжей сахаромицетов. В частности, для испытания химических веществ на мутагенную и канцерогенную активность рекомендуется использовать дрожжи *Saccharomyces cervisiae* [2].

В данных исследованиях эффективность экстракта из цветов кудзу оценивали по количеству выделившегося в ходе брожения диоксида углерода (рисунок 1) и содержанию мертвых клеток в культуре при разном содержании этанола в среде культивирования.

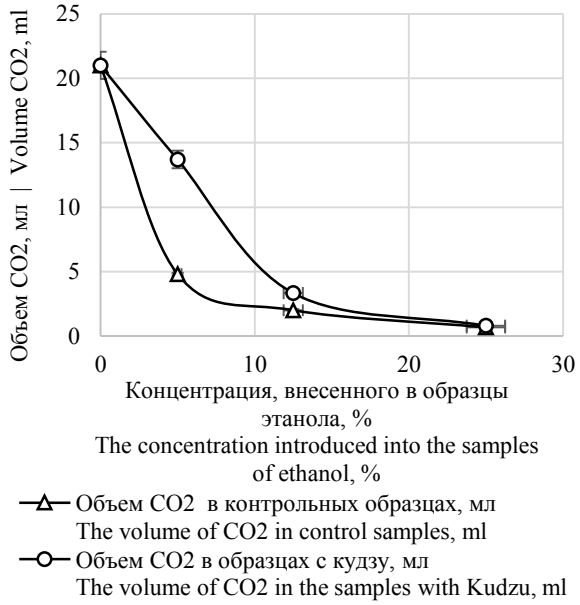


Рисунок 1. Количество выделенного CO_2 после культивирования дрожжей на средах с разным содержанием этанола

Figure 1. The amount of CO_2 released after yeast cultivation on media with different ethanol content

Как видно из рисунка 1, количество образующегося углекислого газа было больше в образцах с экстрактом кудзу, что свидетельствует о более высокой физиологической активности дрожжей в этих образцах. Можно заметить быстрое снижение бродильной активности дрожжей с повышением концентрации этанола, причем наибольшая разница между контрольными и опытными образцами наблюдалась при концентрации этанола 5%, в то время как в других образцах с более высоким содержанием этанола эффект был незначительный. Установлено, что добавление экстракта снижает количество мертвых клеток в культуре дрожжей независимо от концентрации этанола в среде более чем в два раза (таблица 3).

Таблица 3.

Содержание мертвых клеток в средах с разным содержанием этанола

Table 3.

The content of dead cells in environments with different ethanol content

Концентрация этанола, % об The concentration of ethanol, % vol	Клетки, окрашенные метиленовым синим, % Cells stained with methylene blue, %	
	Без добавления экстракта кудзу Without the addition of extract of kudzu	С добавлением экстракта кудзу With the addition of kudzu extract
0	2,45±0,02	3,11±0,06
5	26,00±0,09	12,68±0,03
12,5	39,76±0,05	17,93±0,04
25	48,29±0,12	23,03±0,13

Экстракт цветов вносили в пиво перед дображиванием согласно рекомендациям [6] из расчета 3 г цветов на 1 л пива. Дображивание (коллоидная стабилизация) длилось в течение 7 дней при температуре 4° С. По истечении этого времени была проведена дегустация пива (рисунок 2).

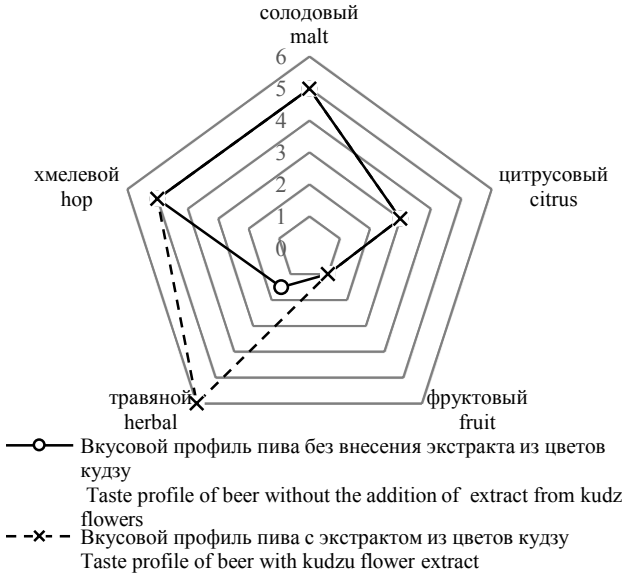


Рисунок 2. Вкусовой профиль пива с внесением и без внесения экстракта из цветов кудзу

Figure 2. Taste profile of beer with and without extract from kudzu flowers

Как следует из приведенных профиллограмм, пиво имело интенсивный травянистый запах, что существенным образом отличает полученный напиток от контрольного образца пива без добавления экстракта (рисунок 2). Для исключения влияния экстракта на сенсорный профиль пива можно рекомендовать введение концентратов кудзу в пиво после процесса фильтрации. В частности, такую технологию использовал D.M. Peneter с соавторами [13], изучая влияние экстракта из кудзу на динамику потребления пива опытной группы людей в США.

Заключение

В ходе исследований было установлено положительное влияние экстракта из цветов кудзу на устойчивость дрожжей к этанольному стрессу и, как следствие, на их физиологическую активность. Кроме того, был сделан вывод, что экстракт из цветов кудзу целесообразно добавлять в алкогольные напитки. Установлено, что добавление экстракта изменяет сенсорный профиль пива, придавая ему травяной вкус и запах.

ЛИТЕРАТУРА

1 Давыденко С.Г. Создание и применение нового экспресс метода оценки качества семенных дрожжей // Пиво и напитки. 2012. № 5. С. 20–24.

2 Захаров И.А., Касинова Г.В., Ковальцова С.В., Марфин С.В. Сравнение быстрых тест-систем для выявления канцерогенной и мутагенной активности химических соединений // Серия биологическая. 1984. № 5.

3 Benlhabib E., Baker J.I., Keyler D.E., Singh F.K. Effects of purified puerarin on voluntary alcohol intake and alcohol withdrawal symptoms in P rats receiving free access to water and alcohol // Journal of medicinal food. 2004. V. 7. № 2. P. 180–186.

4 Bracken B.K., Penetar D.M., Maclean R.R., Lukas S.E. Kudzu root extract does not perturb the sleep/wake cycle of moderate drinkers // The Journal of Alternative and Complementary Medicine. 2011. V. 17. № 10. P. 961–966.

5 Cederbaum A.I. Alcohol metabolism // Clinics in liver disease. 2012. V. 16. № 4. P. 667–685.

6 Chen J.K., Chen T.T., Crampton L. Chinese medical herbology and pharmacology. Art of Medicine Press, 2004. 1267 p.

7 Colen L., Swinnen J.F.M. Beer Drinking Nations-The Determinants of Global Beer Consumption. 2010.

8 Friedmann P.D. Alcohol use in adults // New England Journal of Medicine. 2013. V. 368. № 4. P. 365–373.

9 Keung W.M. Anti dipsotropic isoflavones: The potential therapeutic agents for alcohol dependence // Medicinal research reviews. 2003. V. 23. № 6. P. 669–696.

10 Liang J., Olsen R.W. Alcohol use disorders and current pharmacological therapies: the role of GABA A receptors // Acta Pharmacologica Sinica. 2014. V. 35. № 8. P. 981.

11 Lin R.C., Guthrie S., Xie C.Y., Mai K. et al. Isoflavonoid compounds extracted from Pueraria lobata suppress alcohol preference in a pharmacogenetic rat model of alcoholism // Alcoholism: Clinical and Experimental Research. 1996. V. 20. № 4. P. 659–663.

12 Mukherjee S. Alcohol metabolism and generation of free radicals: a deep insight // OA Alcohol. 2014. V. 2. № 1. P. 10.

13 Penetar D.M., Toto L.H., Lee D.Y.W., Lukas S.E. A single dose of kudzu extract reduces alcohol consumption in a binge drinking paradigm // Drug and alcohol dependence. 2015. V. 153. P. 194–200.

14 Penetar D.M., Toto L.H., Farmer S.L., Lee D.Y.W. et.al. The isoflavone puerarin reduces alcohol intake in heavy drinkers: a pilot study // Drug and alcohol dependence. 2012. V. 126. № 1–2. P. 251–256.

15 Rezvani A.H., Overstreet D.H., Perfumi M., Massi M. Plant derivatives in the treatment of alcohol dependency // Pharmacology Biochemistry and Behavior. 2003. V. 75. № 3. P. 593–606.

16 Singer M.V., Teyssen S., Eysselein V.E. Action of beer and its ingredients on gastric acid secretion and release of gastrin in humans // Gastroenterology. 1991. V. 101. № 4. P. 935–942.

17 Teyssen S., Lenzing T., Gonzalez-Calero G. et al. Alcoholic beverages produced by alcoholic fermentation but not by distillation are powerful stimulants of gastric acid secretion in humans // Gut. 1997. V. 40. № 1. P. 49–56.

18 Wang W.J., Xiao P., Xu H.Q., Niu J.Q. et al. Growing burden of alcoholic liver disease in China: A review // World Journal of Gastroenterology. 2019. V. 25. № 12. P. 1445.

19 Williams S.H. Medications for treating alcohol dependence // Am Fam Physician. 2005. V. 72. № 9. P. 1775–1780.

20 World Health Organization. Global Status Report on Alcohol and Health 2018. URL: https://www.who.int/substance_abuse/publications/global_alcohol_report/en/

21 Yamazaki T., Nakjima Y., Niiho Y. et al. Pharmacological studies on Puerariae flos III: protective effects of kakkalide on ethanol-induced lethality and acute hepatic injury in mice // The Journal of pharmacy and pharmacology. 1997. V. 49. № 8. P. 831–833.

22 Yao M., Liao Y., Li G.Q., Law F.C. et al. Quantitative analysis of two isoflavones in Pueraria lobata flowers from eleven Chinese provinces using high performance liquid chromatography // Chinese Medicine. 2010. V. 5. № 1. P. 14.

REFERENCES

1 Davydenko S.G. Creation and application of a new express method for assessing the quality of seed yeast. Beer and drinks. 2012. no. 5. pp. 20–24. (in Russian).

2 Zakharov I.A., Kasinova G.V., Kovaltsova S.V., Marfin S.V. Comparison of fast test systems for detecting carcinogenic and mutagenic activity of chemical compounds. Biological Series. 1984. no. 5. (in Russian).

3 Benlhabib E., Baker J.I., Keyler D.E., Singh F.K. Effects of purified puerarin on voluntary alcohol intake and alcohol withdrawal symptoms in P rats receiving free access to water and alcohol. Journal of medicinal food. 2004. vol. 7. no. 2. pp. 180–186.

4 Bracken B.K., Penetar D.M., Maclean R.R., Lukas S.E. Kudzu root extract does not perturb the sleep/wake cycle of moderate drinkers. The Journal of Alternative and Complementary Medicine. 2011. vol. 17. no. 10. pp. 961–966.

5 Cederbaum A.I. Alcohol metabolism. Clinics in liver disease. 2012. vol. 16. no. 4. pp. 667–685.

6 Chen J.K., Chen T.T., Crampton L. Chinese medical herbology and pharmacology. Art of Medicine Press, 2004. 1267 p.

7 Colen L., Swinnen J.F.M. Beer Drinking Nations-The Determinants of Global Beer Consumption. 2010.

8 Friedmann P.D. Alcohol use in adults. New England Journal of Medicine. 2013. vol. 368. no. 4. pp. 365–373.

9 Keung W.M. Anti dipsotropic isoflavones: The potential therapeutic agents for alcohol dependence. Medicinal research reviews. 2003. vol. 23. no. 6. pp. 669–696.

10 Liang J., Olsen R.W. Alcohol use disorders and current pharmacological therapies: the role of GABA A receptors. Acta Pharmacologica Sinica. 2014. vol. 35. no. 8. pp. 981.

11 Lin R.C., Guthrie S., Xie C.Y., Mai K. et al. Isoflavonoid compounds extracted from Pueraria lobata suppress alcohol preference in a pharmacogenetic rat model of alcoholism. Alcoholism: Clinical and Experimental Research. 1996. vol. 20. no. 4. pp. 659–663.

12 Mukherjee S. Alcohol metabolism and generation of free radicals: a deep insight. OA Alcohol. 2014. vol. 2. no. 1. pp. 10.

13 Penetar D.M., Toto L.H., Lee D.Y.W., Lukas S.E. A single dose of kudzu extract reduces alcohol consumption in a binge drinking paradigm. Drug and alcohol dependence. 2015. vol. 153. pp. 194–200.

14 Penetar D.M., Toto L.H., Farmer S.L., Lee D.Y.W. et al. The isoflavone puerarin reduces alcohol intake in heavy drinkers: a pilot study. Drug and alcohol dependence. 2012. vol. 126. no. 1–2. pp. 251–256.

15 Rezvani A.H., Overstreet D.H., Perfumi M., Massi M. Plant derivatives in the treatment of alcohol dependency. Pharmacology Biochemistry and Behavior. 2003. vol. 75. no. 3. pp. 593–606.

16 Singer M.V., Teyssen S., Eysselein V.E. Action of beer and its ingredients on gastric acid secretion and release of gastrin in humans. Gastroenterology. 1991. vol. 101. no. 4. pp. 935–942.

17 Teyssen S., Lenzing T., Gonzalez-Calero G. et al. Alcoholic beverages produced by alcoholic fermentation but not by distillation are powerful stimulants of gastric acid secretion in humans. Gut. 1997. vol. 40. no. 1. pp. 49–56.

18 Wang W.J., Xiao P., Xu H.Q., Niu J.Q. et al. Growing burden of alcoholic liver disease in China: A review. World Journal of Gastroenterology. 2019. vol. 25. no. 12. pp. 1445.

19 Williams S.H. Medications for treating alcohol dependence. Am Fam Physician. 2005. vol. 72. no. 9. pp. 1775–1780.

20 World Health Organization. Global Status Report on Alcohol and Health 2018. Available at: https://www.who.int/substance_abuse/publications/global_alcohol_report/en/

21 Yamazaki T., Nakjima Y., Niiho Y. et al. Pharmacological studies on Puerariae flos III: protective effects of kakkalide on ethanol-induced lethality and acute hepatic injury in mice. The Journal of pharmacy and pharmacology. 1997. vol. 49. no. 8. pp. 831–833.

22 Yao M., Liao Y., Li G.Q., Law F.C. et al. Quantitative analysis of two isoflavones in Pueraria lobata flowers from eleven Chinese provinces using high performance liquid chromatography. Chinese Medicine. 2010. vol. 5. no. 1. pp. 14.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна В. Меледина д.т.н. профессор, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, Университет ИТМО, Кронверкский пр-т, 49, Санкт-Петербург, Россия, tatiana. meledina@yandex.ru

Светлана Г. Давыденко к.б.н., ведущий биохимик, Пивоваренная компания «Балтика», 6 Верхний пер, д.3, г. Санкт-Петербург, Россия, 194292, Svetlana.Davydenko@baltika.com

Ксения И. Аравина магистр, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, Университет ИТМО, Кронверкский пр-т, 49, Санкт-Петербург, Россия, Kcenya.aravina@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatyana V. Meledina Dr. Sci. (Engin), professor, food biotechnology vegetable stock department, ITMO University, Kronverksky av., 49, St. Petersburg, Russia, tatiana. meledina@yandex.ru

Svetlana G. Davydenko Cand. Sci. (Biol.), leading biochemist, Baltika Breweries Part of the Carlsberg Group, 6 Upper Lane, 3, St. Petersburg, Russia, 194292, Svetlana.Davydenko@baltika.com

Ksenia I. Aravina master student, food biotechnology vegetable stock department, ITMO University, Kronverksky av., 49, St. Petersburg, Russia, Kcenya.aravina@mail.ru

Оксана В. Головинская к.т.н., доцент, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, Университет ИТМО, Кронверкский пр-т, 49, Санкт-Петербург, Россия, oksana2187@mail.ru
Элли Р. Амирова PhD, College of Oriental Medicine, г. Сан-Диего, США, eamirova@hotmail.com
Инна В. Новикова д.т.н. профессор, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, noviv@list.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.05.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 03.06.2019

Oksana V. Golovinskaia Cand. Sci. (Engin), associate professor, food biotechnology vegetable stock department, ITMO University, Kronverksky av., 49, St. Petersburg, Russia, oksana2187@mail.ru
Ellie R Amirova PhD, Pacific College of Oriental Medicine, San Diego, USA, eamirova@hotmail.com
Inna V. Novikova Dr. Sci. (Engin), professor, technology of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, noviv@list.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.7.2019

ACCEPTED 6.3.2019

Оригинальнаястатья/Original article

УДК 636 085.54.004.4

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-191-195

Новая технология производства брикетированной кормовой добавки

Лариса И. Лыткина [1] larissaig2410@rambler.ru
Евгения С. Шенцова [1] evgeniya-shencova@yandex.ru
Софья А. Переверзева [1] sofya.pereverzeva96@mail.ru
Артём Г. Михайлов [1] mihailov.ag@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. В настоящее время на отечественном рынке комбикормовой продукции представлено большое разнообразие кормов для крупного рогатого скота. Однако даже самые современные корма не способны в полной мере восполнить недостаток различных микро- и макроэлементов, витаминов и многих других полезных веществ, которые животные недополучают в процессе кормления в условиях сельскохозяйственных пастбищ и охотничьих угодий. В этой связи создание функционального продукта, сочетающего в себе комплекс веществ, необходимых в кормлении животных, и разработка энергоэффективного способа его производства являются актуальным. Предложенная энергоэффективная технология позволяет получить брикеты кормовые с высокой однородностью и заданным содержанием биологически активных веществ, необходимых организму животных для роста и развития, обеспечить более длительную сохранность продукции. Разработан энергоэффективный способ производства брикетированной кормовой добавки на основе зерновой патоки, который повышает экологическую безопасность линии производства кормовых брикетов, снижаются выбросы отработанной теплоты в окружающую среду, на 10–15% уменьшается удельные энергетические затраты за счёт использования высокотемпературного парокомпрессионного теплового насоса.

Ключевые слова: брикеты-лизунцы, энергосберегающая технология, тепловой насос, рецепт, хранение

New production technology briquetted feed additive

Larisa I. Lytkina [1] larissaig2410@rambler.ru
Evgeniya S. Shentsova [1] evgeniya-shencova@yandex.ru
Sofiya A. Pereverzeva [1] sofya.pereverzeva96@mail.ru
Artyom G. Mikhaylov [1] mihailov.ag@mail.ru

[1] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Currently, the domestic market of animal feed products represented a wide variety of feed for cattle. However, even the most modern feed are not able to fully compensate for the lack of varietymicro- and macronutrients, vitamins and many other nutrientsThat the animals do not get enough in the process of feeding in a farm pasture and hunting grounds. In this connection, the establishment of a functional product, combining the complex substances needed in the feeding of animals and development of energy-efficient method of its production is important. The proposed technology allows to obtain an energy efficient fodder briquettes with high uniformity and specify the content of bioactive substances necessary for the animal organism growth and development, to provide longer retention products. An energy-efficient method for the production of a briquetted feed additive based on grain molasses has been developed, as a result of it the Increase ecological safety of the production line of fodder briquettes is increased, emissions of spent coolants into the environment are reduced, by 10–15% the specific energy costs are reduced through the use of a high-temperature steam compression heal pump.

Keywords: briquettes-lick, energy-saving technology, heat pump, recipe, storage

Введение

Развитие агропромышленного комплекса – один из основных приоритетов социально-экономической политики государства, который является стратегической задачей в экономической области. Основным звеном в развитии промышленного животноводства и других отраслей АПК является комбикормовая промышленность, перед которой стоят проблемы повышения питательной ценности комбикормов и кормовых добавок, а также коэффициента конверсии корма при скармливании, использования более дешевых видов местного сырья и расширения кормовой сырьевой базы. Решение проблем полноценного питания животных и птицы неразрывно связано со снижением издержек производства, разработкой новых энергоресурсосберегающих безопасных технологий на основе интенсификации технологических процессов, с более широким эффективным применением разнообразного современного высокоэффективного оборудования для производства высококачественных и экологически безопасных комбикормов [1].

В настоящее время на различных аграрных рынках представлен широкий ассортимент различных кормов и добавок для высокоэффективного безопасного роста крупного рогатого скота. Ведущую роль в достижении максимально качественного результата при выращивании сельскохозяйственных животных играет грамотный выбор кормовых добавок, которые способствуют увеличению продуктивности

Для цитирования
Лыткина Л.И., Шенцова Е.С., Переверзева С.А., Михайлов А.Г. Новая технология производства брикетированной кормовой добавки // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 191–195. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-191-195

For citation
Lytkina L.I., Shentsova E.S, Pereverzeva S.A., Mikhaylov A.G. New production technology briquetted feed additive. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 191–195. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-191-195

и улучшению состояния здоровья. Важным является устранение дефицита макро- и микроэлементов в организме животных. Необходимо тщательно учитывать качество и свойства каждого компонента рациона, особенно это значимо при введении дополнительных ингредиентов в рецептуру кормовых добавок, чтобы получить в дальнейшем продукцию со сбалансированным химическим составом и высокой биологической ценностью.

На сегодняшний день главными критериальными показателями оценки комбикормов, способных конкурировать в условиях рыночной экономики, являются их высокое качество и оптимальная цена продукта. Именно поэтому в настоящее время весьма востребованы энергоэффективные и безопасные с экологической точки зрения технологии получения брикетированных кормовых добавок [2, 3].

Экспериментальная часть

Разработана энергоэффективная технология получения брикетированной кормовой добавки на основе зерновой патоки, которая может быть использована для дополнительной подкормки крупного рогатого скота в условиях сельскохозяйственных пастбищ и охотничьих угодий (рисунок 1) [4].

Технология производства белково-витаминно-минеральной кормовой добавки на основе зерновой патоки предусматривает использование доступного дешевого отечественного сырья для производства высококачественных кормовых брикетов – зерновую патоку, жмых подсолнечный, гидрол, бентонит, минеральное сырье, премикс [5]. Рецептура кормовой добавки на основе зерновой патоки составлена с помощью программы «КормОптима» (таблица 1).

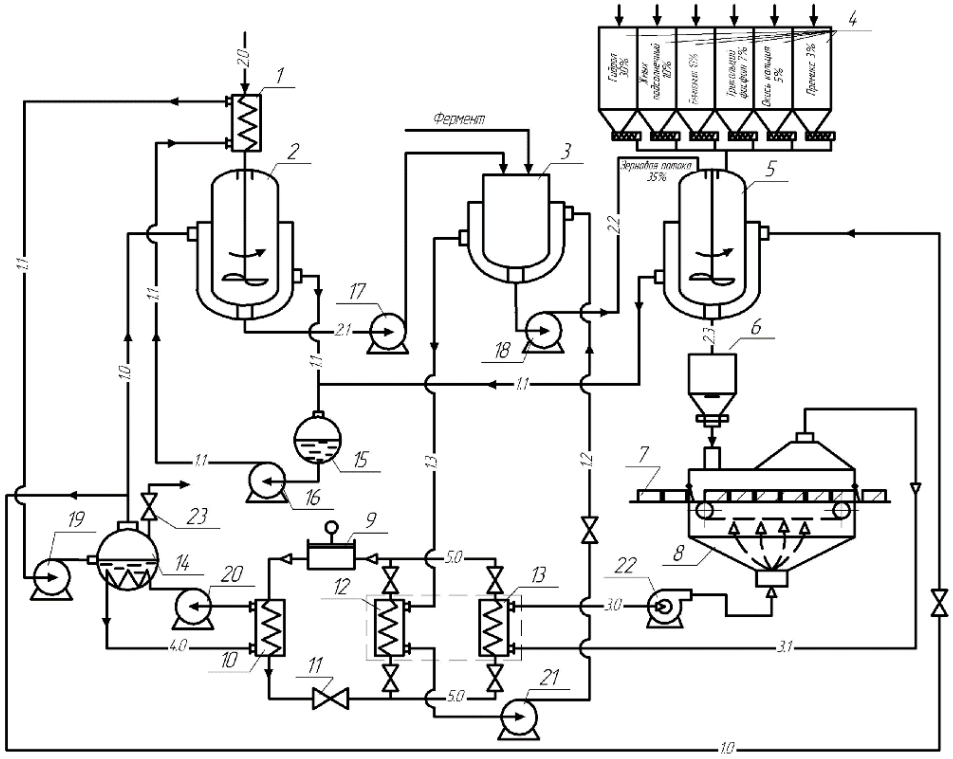


Рисунок 1. Линия производства кормовой брикетированной добавки: 1 – теплообменник–рекуператор; 2 – аппарат для клейстеризации с греющей рубашкой и мешалкой; 3 – аппарат для декстринизации с охлаждающей рубашкой; 4 – многосекционный дозатор, снабженный питателями; 5 – смеситель с греющей рубашкой и мешалкой; 6 – дозатор-разгрузитель; 7 – формы для брикетов; 8 – камера конвективного охлаждения брикетов; 9 – компрессор; 10 – конденсатор; 11 – терморегулирующий вентиль (ТРВ); 12, 13 – секции двухсекционного испарителя; 14 – парогенератор со змеевиковым масляным нагревателем и предохранительным клапаном; 15 – сборник конденсата; 16, 19, 21 – насосы; 17, 18 – насосы-дозаторы; 20 – высокотемпературный масляный насос; 22 – вентилятор; 23 – предохранительный клапан. Потоки: *2.0* – исходная зерновая суспензия; *2.1* – клейстеризованная зерновая суспензия; *2.2* – зерновая патока; *2.3* – готовый продукт; *1.0* – греющий пар; *1.1* – конденсат; *1.2* – холодная вода; *1.3* – отработанная холодная вода; *3.0* – холодный воздух; *3.1* – отработанный холодный воздух; *4.0* – термомасло; *5.0* – хладагент

Figure 1. The production line briquetted forage additive. 1 – heat – exchanger; 2 – an apparatus for gelatinization with heating jacket and a stirrer; 3 – dextrinization apparatus with a cooling jacket; 4 – multiple-dosing device provided with feeders; 5 – mixer with a heating jacket and a stirrer; 6 – feeder-discharger; 7 – to form briquettes; 8 – chamber convective cooling of briquettes; 9 – compressor; 10 – capacitor; 11 – expansion valve (TXV); 12, 13 – a two-section evaporator section; 14 – steam generator coil with an oil heater and a safety valve; 15 – condensate tank; 16, 19, 21 – pumps; 17, 18 – dosing pumps; 20 – high-temperature oil pump; 22 – the fan; 23 – safety valve. Streams: 2.0 – initial grain slurry; 2.1 – gelatinized cereal suspension; 2.2 – Grain syrup; 2.3 – the finished product; 1.0 – heating steam; 1.1 – condensate; 1.2 – cold water; 1.3 – Waste cold water; 3.0 – cold air; 3.1 – exhaust cold air; 4.0 – thermal oil; 5.0 – refrigerant

Таблица 1.

Рецепт кормовой добавки и соотношение компонентов

Table 1.

Recipe feed additive and the ratio of components

Компонент Component	Содержание компонентов в готовом продукте, г/кг The content of components in the final product, g/kg	Содержание компонентов в готовом продукте, % The content of components in the final product, %
Зерновая патока | Grain syrup	350	35
Гидрол | Hydrological	300	30
Бентонит | Bentonite	100	10
Жмых подсолнечный Sunflower cake	100	10
Трикальций фосфат Tricalcium phosphate	70	7
Окись кальция | Calcium oxide	50	5
Премикс | Premix	30	3
Выход | Output	1000	100

Состав ингредиентов, представленный в рецептуре кормовой добавки, способен обеспечить организм животного необходимыми биологическими активными веществами. Для восполнения легкоусваиваемых сахаров взамен кормовой мелассы, содержащей в большом количестве химические пестициды, используется зерновая патока, обладающая высокой энергетической питательностью и являющаяся определенным связующим компонентом при производстве кормовых брикетов.

Для производства кормовых брикетов использовалась зерновая суспензия, которая подвергалась предварительному нагреванию до температуры 40–50 °С в теплообменнике-рекуператоре, затем осуществлялась ее клейстеризация при температуре 75–80 °С в аппарате с греющей рубашкой и мешалкой. Далее при температуре 65–70 °С проводилась ферментация клейстеризованной зерновой суспензии в аппарате для декстринизации с вводом фермента α-амилазы – препарата Альфаферм 3500Л, в расчете 2 единицы амилолитической способности на 1 г крахмала.

Все компоненты, входящие в рецептуру кормовой добавки, взвешивали на многокомпонентном весовом дозаторе в заданном соотношении и смешивали с полученной зерновой патокой в смесителе с подогреваемой рубашкой и мешалкой для достижения высокой однородности смешиваемой массы и предотвращения налипания продукта на стенки смесителя.

В обогреваемый смеситель с помощью насоса-дозатора в соответствии с рецептурой подавали гидрол, являющийся заменителем соли поваренной и использующийся в качестве связующего вещества, как и зерновая патока. Смешивание проводилось в обогреваемом смесителе при температуре 85–90 °С до достижения степени однородности полученной смеси 95–97% [6, 7]. Полученную однородную смесь дозатором-разгрузителем вязких продуктов DC 150 подавали в камеру конвективного охлаждения, в которой осуществлялось формование брикетов и их охлаждение до температуры 20–25 °С с дальнейшим направлением в склад готовой продукции.

В технологии применяется двухступенчатая парокомпрессионная холодильная установка, являющаяся источником теплоты для подогрева теплообменной рубашки аппаратов для клейстеризации и декстринизации, а также теплообменной рубашки смесителя и холода для максимально быстрого охлаждения кормовых брикетов в камере конвективного охлаждения [8]. Двухступенчатая холодильная машина работает по замкнутому термодинамическому циклу, в котором в качестве рабочего тела используют озонобезопасный фреон R 134. Ее использование позволяет снизить удельные энергозатраты на 10–15% за счет подготовки теплоносителей разного температурного потенциала для реализации процессов клейстеризации, декстринизации и смешивания при максимальной рекуперации и утилизации теплоты отработанных энергоносителей. Использование двухступенчатой холодильной машины повышает экологическую эффективность за счет использования замкнутых термодинамических циклов по материальным и энергетическим потокам, а также снижения выбросов отработанных теплоносителей в окружающую среду.

В технологическом процессе производства кормовых брикетов важнейшей стадией является формование, которое осуществляется в специальной камере конвективного охлаждения. Для определения рационального времени охлаждения брикетов изучали зависимость удельного усилия пенетрации от времени воздействия холодного воздуха на брикеты в процессе формования и охлаждения при различных температурных режимах (рисунок 2), исследуя при этом их структурно-механические свойства.

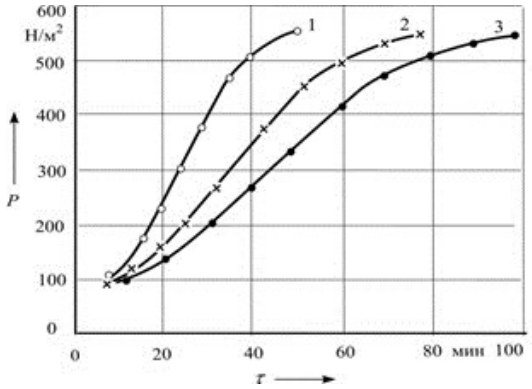


Рисунок 2. Зависимость удельного усилия пенетрации P от времени охлаждения τ при различных температурах t, °C: 1 – 15; 2 – 20; 3 – 25

Figure 2. Dependence of specific penetration force F of the cooling time τ At various temperatures t, °C 1 – 15; 2 – 20; 3 – 25

Выявили, что в начальный период времени прочность кормовых брикетов увеличивается интенсивно, затем процесс замедляется. Во втором периоде механическая прочность характеризуется резким замедлением, что связано с наступлением отвердения брикета. На основании анализа полученных результатов были определены временные параметры процесса охлаждения брикетированной добавки. Установлено, что необходимая прочность, соответствующая 400 Н/м^2, достигается при температуре 15 °С за 30 мин, при температуре 20 °С – за 46 мин, при температуре 25 °С – за 57 мин, то есть чем ниже температура, тем быстрее затвердевает брикет.

Заключение

Применение разработанной технологии брикетированной кормовой добавки на основе зерновой патоки позволяет получить высококачественный продукт, достичь необходимого эффекта при скармливании животным, восполнить дефицит минеральных веществ и микроэлементов, так как полученный продукт сочетает в своем составе пропорции макро- и микроэлементов, обладает необходимой пластичностью, прочностью и стойкостью к неблагоприятным условиям окружающей среды.

Сформулировано направление создания эффективной технологии с применением парокомпрессионной холодильной машины с использованием рекуперации и утилизации вторичных энергоресурсов, обеспечивающей снижение удельных теплоэнергетических затрат, расширение ассортимента продукции за счет использования доступного, недорогого сырья отечественного происхождения и повышение качества получаемых кормовых брикетов [4].

Изучена зависимость удельного усилия пенетрации от продолжительности обработки продукта при различных температурных режимах в процессе смешивания.

ЛИТЕРАТУРА

1 Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года (распоряжение Правительства Российской Федерации № 559-р от 17 апреля 2012 г). URL: http://government.ru/docs/23574/

2 Богомолова И.П., Василенко И.Н. Научное исследование динамики и тенденций развития отечественной комбикормовой промышленности // Вектор экономики. 2016. № 6. С. 46.

3 Апалихина О.А. Разработка и научное обеспечение энергоэффективного способа производства брикетов-лизунцов для подкормки крупного рогатого скота: автореферат. Воронеж, 2017. 22 с.

4 Пат. № 2630453, RU, A23K 40/20, 10/30. Способ производства брикетов кормовых на основе зерновой патоки и линия для его осуществления / Шевцов А.А., Дранников А.В., Шенцова Е.С., Лыткина Л.И; Переверзева С.А., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «ВГУИТ». № 2016143112/13; Заявл. 02.11.2016; Опубл. 08.09.2017, Бюл. № 25.

5 Lytkina L.I., Shevcov A.A., Pereverzeva S.A., Sazonova S.I Mixer with Z-image working body for mixing high-typical components // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2017. № 5. P. 65–68.

6 Мухина Н. Корма и биологически активные кормовые добавки для животных. М.: КолосС, 2008. 271 с.

7 Афанасьев В.А. Руководство по технологии комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов: в 2 т. Том 1. Воронеж: Элист, 2008. 490 с.

8 Дранников А.В., Шенцова Е.С., Шевцов А.А., Лыткина Л.И. Инновационные технологии биологически ценных кормов: монография. Воронеж: ВГУИТ, 2014. 252 с.

9 Hedegaard C.J., Strube M.L., Hansen M.B., Lindved B.K. et al. Natural Pig Plasma Immunoglobulins Have Anti-Bacterial Effects: Potential for Use as Feed Supplement for Treatment of Intestinal Infections in Pigs // PLoS ONE. 2016 V. 11. № 1. e0147373. doi: 10.1371/journal.pone.0147373

10 Mahfuz S., Piao X.S. Application of Moringa (*Moringa oleifera*) as Natural Feed Supplement in Poultry Diets // Animals. 2019. V. 9. № 7. P. 431. doi: 10.3390/ani9070431

11 Cai M., Mu L., Wang Z.-l., Liu J.-y. Assessment of mulberry leaf as a potential feed supplement for animal feeding in P.R. China // Asian-Australas J Anim Sci. 2019. V. 32. № 8. P. 1145–1152.

REFERENCES

1 The development strategy of the food and processing industry of the Russian Federation for the period until 2020 (order of the Government of the Russian Federation No. 559-r of April 17, 2012). Available at: http://government.ru/docs/23574/ (in Russian).

2 Bogomolova I.P., Vasilenko I.N. A scientific study of the dynamics and development trends of the domestic feed industry. Vector of Economics. 2016. no. 6. pp. 46. (in Russian).

3 Apalikhina O.A. Development and scientific support of an energy-efficient method for the production of lick briquettes for feeding cattle. Voronezh, 2017. 22 p. (in Russian).

4 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Shentsova E.S., Lytkina L.I; Pereverzeva S.A. Method for the production of feed briquettes based on molasses and a line for its implementation. Patent RF, no. 2630453, 2017.

5 Lytkina L.I., Shevcov A.A., Pereverzeva S.A., Sazonova S.I Mixer with Z-image working body for mixing high-typical components. Journal of Advanced Research in Technical Science. 2017. no. 5. pp. 65–68.

6 Mukhina N. Feed and biologically active feed additives for animals. Moscow, KolosS, 2008. 271 p. (in Russian).

7 Afanasyev V.A. Guidelines for the technology of animal feed, protein-vitamin-mineral concentrates and premixes. Vol. 1. Voronezh, Elist, 2008. 490 p. (in Russian).

8 Drannikov A.V., Shentsova E.S., Shevtsov A.A., Lytkina L.I. Innovative technologies of biologically valuable feed: monograph. Voronezh, VSUET, 2014. 252 p. (in Russian).

9 Hedegaard C.J., Strube M.L., Hansen M.B., Lindved B.K. et al. Natural Pig Plasma Immunoglobulins Have Anti-Bacterial Effects: Potential for Use as Feed Supplement for Treatment of Intestinal Infections in Pigs. PLoS ONE. 2016 vol. 11. no. 1. e0147373. doi: 10.1371/journal.pone.0147373

10 Mahfuz S., Piao X.S. Application of Moringa (Moringa oleifera) as Natural Feed Supplement in Poultry Diets. Animals. 2019. vol. 9. no. 7. pp. 431. doi: 10.3390/ani9070431

11 Cai M., Mu L., Wang Z.-l., Liu J.-y. Assessment of mulberry leaf as a potential feed supplement for animal feeding in P.R. China. Asian-Australas J Anim Sci. 2019. vol. 32. no. 8. pp. 1145–1152.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лариса И. Лыткина д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, larissaig2410@rambler.ru

Евгения С. Шенцова д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий,, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Росси, evgeniya-shencova@yandex.ru

Софья А. Переверзева студент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sofya.pereverzeva96@mail.ru

Артём Г. Михайлов студент, кафедра бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mihailov.ag@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Лариса И. Лыткина предложила методику проведения, провела обобщение, написала рукопись, консультация в ходе исследования

Евгения С. Шенцова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Софья А. Переверзева первичная обработка данных, проведение расчетов, несет ответственность за плагиат

Артём Г. Михайлов первичная обработка данных, проведение расчетов

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.05.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Larisa I. Lytkina Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, larissaig2410@rambler.ru

Evgeniya S. Shentsova Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, evgeniya-shencova@yandex.ru

Sofiya A. Pereverzeva student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, sofya.pereverzeva96@mail.ru

Artyom G. Mikhaylov student, technology of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mihailov.ag@mail.ru

CONTRIBUTION

Larisa I. Lytkina proposed a scheme of the experiment, spent generalization, wrote the manuscript, consultation during the study

Evgeniya S. Shentsova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Sofiya A. Pereverzeva primary data processing, carrying out calculations and is responsible for plagiarism

Artyom G. Mikhaylov primary data processing, carrying out calculations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.7.2019

ACCEPTED 5.28.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 663.98

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-196-201

Современные методы контроля никотиносодержащих продуктов

Евгения В. Гнучих [1] Gnu20072007@yandex.ru
Марина В. Шкидюк [1] tabak.technolog@rambler.ru
Алла Г. Миргородская [1] mirgorodskaya_alla@mail.ru
Наталья Н. Матюхина [1]
Тамара А. Дон [1]

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Россия

Аннотация. Рассмотрены вопросы оценки содержания карбонильных соединений в аэрозоле инновационных никотиносодержащих продуктов: систем доставки никотина различной конструкции (LUXLITE, VON ERL My, iKuu i200) и электрической системы нагревания табака iQOS, методом высокоэффективной жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии. На международном уровне (CORESTA, ИСО/ТК 126) проводится большая работа по созданию методов контроля качества никотиносодержащей продукции. Требования к никотиносодержащей продукции не регулируются в рамках ЕАЭС. Проведен мониторинг мировых исследований по определению содержания токсических и условно токсических компонентов аэрозоля НСП с использованием метода машинного прокуривания. В ФГБНУ ВНИИТТИ проводится разработка методологии комплексной оценки инновационных никотиносодержащих изделий на основе современных методов контроля качества продукции. Особый интерес представляет определение содержания карбонильных соединений в аэрозоле, генерируемом СДН и ЭСНТ, которые начаты в лаборатории технологии производства табачных изделий в рамках Евразийского Экономического Союза. Проанализированы результаты машинного прокуривания по канадскому интенсивному методу, методу ИСО, методу ВНИИТТИ, стандартному и экспериментальному методам CORESTA. Разработаны методики тестирования и сбора аэрозоля никотиносодержащей продукции с помощью лабораторной пятиканальной курительной машины CERULEAN SM 405. Валидированна методика количественного определения карбонильных соединений с использованием высокоэффективной жидкостной хромато-масс-спектрометрии LCMS/MS детектированием на электроспреевом источнике в режиме отрицательной полярности на аналитическом оборудовании: хроматограф Thermo Scientific Dionex UltiMate 3000 и масс-спектрометр TSQ Quantiva. Валидация методик сбора и определения содержания карбонильных соединений (формальдегид, ацетальдегид и акролеин) в аэрозоле никотиносодержащей продукции различных видов позволила получить достоверные данные для установления потенциала инновационных продуктов к снижению риска по сравнению с традиционными сигаретами. Получены экспериментальные данные по количественному определению карбонильных соединений в аэрозоле НСП. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку научно обоснованных требований безопасности к инновационным видам никотиносодержащей продукции.

Ключевые слова: никотиносодержащая продукция, система доставки, система нагревания табака, табачные стики, никотиносодержащие жидкости, аэрозоль, карбонильные соединения, формальдегид, ацетальдегид, акролеин

Modern methods for regulation nicotine containing products

Eugeniya V. Gnuchih [1] Gnu20072007@yandex.ru
Marina V. Shkiduk [1] tabak.technolog@rambler.ru
Alla G. Mirgorodskaya [1] mirgorodskaya_alla@mail.ru
Natalya N. Matyuhina [1]
Tamara A. Don [1]

[1] All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, Moskovskaya St, 42, Krasnodar, 350072, Russia

Abstract. Issues of assessing the content of carbonyl compounds in the aerosol of innovative nicotine-containing products: nicotine delivery systems of various designs (LUXLITE, VON ERL My, iKuu i200) and electric tobacco heating system iQOS, by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. At the international level (CORESTA, ISO/TC 126), a lot of work is being done to create methods for quality control of nicotine-containing products. Requirements for nicotine-containing products are not regulated within the EAEU. The monitoring of world studies to determine the content of toxic and conditionally toxic components of aerosol NSP, carried out using the method of machine Smoking. Vniitti IS developing a methodology for comprehensive evaluation of innovative nicotine-containing products on the basis of modern methods of product quality control. Of particular interest is the determination of the content of carbonyl compounds in the aerosol generated by SDN and ESNT, which started in the laboratory of tobacco production technology within the Eurasian Economic Union. The results of machine Smoking according to the canadian intensive method, ISO method, VNIITTI method, standard and experimental CORESTA methods are analyzed. Developed testing methodology and collection of aerosol-nicotine produce using a laboratory five-CERULEAN Smoking machines SM 405. The technique of quantitative determination of carbonyl compounds using high-performance liquid chromatomass spectrometry LCMS/MS by detection at an electrospray source in the negative polarity mode on analytical equipment was validated: chromatograph Thermo Scientific Dionex UltiMate 3000 and mass spectrometer TSQ Quantiva. Validation of methods for collecting and determining the content of carbonyl compounds (formaldehyde, acetaldehyde and acrolein) in the aerosol of nicotine-containing products of various types allowed to obtain reliable data to establish the potential of innovative products to reduce the risk compared with traditional cigarettes. Experimental data on the quantitative determination of carbonyl compounds in the NSP aerosol were obtained. Further research will focus on the development of evidence-based safety requirements for innovative types of nicotine-containing products.

Keywords: nicotine-containing products, delivery system, tobacco heating system, tobacco sticks, nicotine-containing liquids, aerosol, carbonyl compounds, formaldehyde, acetaldehyde, acrolein

Для цитирования

Гнучих Е.В., Шкидюк М.В., Миргородская А.Г., Матюхина Н.Н., Дон Т.А. Современные методы контроля никотиносодержащих продуктов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 196–201. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-196-201

For citation

Gnuchih E.V., Shkiduk M.V., Mirgorodskaya A.G., Matyuhina N.N., Don T.A. Modern methods for regulation nicotine containing products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 196–201. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-196-201

Введение

Сегмент инновационной никотиносодержащей продукции (НСП), включающий системы доставки никотина (СДН) и электрические системы нагревания табака (ЭСНТ), разнообразен и продолжает развиваться. В настоящее время в мире насчитывается более 25 млн пользователей СДН [1]. При этом наиболее распространенной причиной потребления продукта, является отказ от курения (51,5 %). В докладе ВОЗ «WHO launches new report on the global tobacco epidemic» от 26 июля 2019 г. анализируются национальные усилия по осуществлению наиболее эффективных мер рамочной конвенции ВОЗ по борьбе с табаком (РКБТ ВОЗ), которые, как доказано, снижают потребление табака. Ключевые тезисы доклада приводятся в официальном пресс-релизе ВОЗ (News release Geneva/Rio de Janerio, 26 July 2019). ВОЗ заявляет, что «сохраняется серьезная озабоченность относительно риска, который несут в себе электронные сигареты для некурящих. В отличие от проверенной на практике никотиновой и неникотиновой фармакотерапии, которая помогает отказаться от использования табака, ВОЗ воздерживается от рекомендации электронных сигарет в качестве средства, способного помочь отказаться от табака» [3].

Позиционирование никотиносодержащей продукции как современной альтернативы традиционному курению предопределяет необходимость изучения химического состава аэрозоля для объективной оценки влияния на организм человека. Потребление никотиносодержащей продукции происходит путем вдыхания аэрозоля, образующегося в результате нагревания табака / табачного наполнителя или жидкости, содержащей никотин [2]. Требования к никотиносодержащей продукции не регулируются в рамках ЕАЭС. На международном уровне (организация CORESTA, ИСО/ТК 126) проводится большая работа по созданию методов контроля качества никотиносодержащей продукции. На заседании Подкомитета 3 «Vape and vapour products» ИСО/ТК 126 (29 мая 2018 г.) принято решение о подготовке предложений по разработке стандартов:

– на аналитические методы измерения массы испаряемых жидкостей;

– на аналитические методы измерения карбонильных соединений в аэрозоле электронных сигарет.

Существенные различия в методах сбора и количественного определения компонентов аэрозоля НСП различных конструкций не позволяют объективно оценить качественные характеристики продукции, следовательно, при разработке международных стандартов необходимо применение стандартизованных методик.

В лаборатории технологии производства табачных изделий проводится разработка методологии комплексной оценки табачных и инновационных никотиносодержащих изделий на основе современных методов контроля качества продукции. Особый интерес представляет определение содержания карбонильных соединений в аэрозоле, генерируемом СДН и ЭСНТ. Исследования по установлению уровня содержания карбонильных соединений в генерируемом аэрозоле НСП начаты в лаборатории технологии производства табачных изделий в рамках Евразийского Экономического Союза.

Материалы и методы

Материалом исследований служит никотиносодержащая продукция:

– СДН одноразового использования торговой марки LUXLITE (American Blend Light, American Blend Full);

– СДН торговой марки VON ERL My со сменным картриджем (никотиносодержащие жидкости Raw Tobacco Classic, Lolly Drop);

– СДН торговой марки iKuu i200 с перезаправляемой емкостью (баком) Melo 4 (никотиносодержащие жидкости Tobacco и Cherry);

– ЭСНТ торговой марки iQOS (стики Parliament Blue, Parliament Fresh).

В процессе исследований использовали методы, общепринятые в табачной отрасли. Для прокуривания ЭСДН одноразового использования на курительной машине применялась «Методика прокуривания одноразовых электронных курительных устройств и получения влажного конденсата, газовой фазы дыма при помощи линейной курительной машины CERULEAN SM 405», разработанная в лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ [6].

Основой валидации методики определения карбонильных соединений в генерируемом аэрозоле никотиносодержащей продукции с применением жидкостного хромато-масс-спектрометра ThermoScientific TSQ Quantiva был метод высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с тандемной масс-спектрометрией (ВЭЖХ/МС-МС) [7].

При разработке метода контроля карбонильных соединений в аэрозоле никотиносодержащей продукции, как условно токсичных компонентов, были валидированы методики:

– тестирования никотиносодержащей продукии с помощью лабораторной пятиканальной курительной машины CERULEAN SM 405;

– сбора газовой фазы аэрозоля;

– количественного определения карбонильных соединений в газовой фазе аэрозоля на аналитическом оборудовании.

Валидация методик сбора и определения содержания карбонильных соединений (формальдегид, ацетальдегид и акролеин) в аэрозоле никотиносодержащей продукции различных видов позволит получать достоверные данные для установления потенциала инновационных продуктов к снижению риска по сравнению с традиционными сигаретами.

Результаты и обсуждение

Проведен мониторинг мировых исследований по определению содержания токсических и условно токсических компонентов аэрозоля НСП, проводимых с использованием метода машинного прокуривания.

В научной литературе имеется большое количество данных по анализу аэрозоля НСП. Существенные различия в параметрах и методах сбора аэрозоля, методах количественного определения компонентов аэрозоля не позволяют объективно оценить качественные характеристики НСП.

Анализ научных публикаций, посвященных вопросам оценки риска потребления никотиносодержащей продукции, показал, что большинство исследователей сходятся во мнении о недостаточном периоде времени для получения достоверных данных о влиянии данной продукции на здоровье потребителей [5].

В отчете, опубликованном Королевским колледжем врачей Великобритании за 2016 г., утверждается, что «хотя с момента начала потребления никотиносодержащей продукции еще не прошло достаточно длительное время для абсолютной уверенности в уровне ее вредного воздействия, доступные свидетельства подтверждают, что раздражение ротовой полости и гортани – фактически единственная проблема, с которой столкнутся потребители в краткосрочной перспективе» [5].

Анализ мировых исследований по определению токсических и условно токсических компонентов в дыме сигарет и аэрозоле НСП, показал, что в настоящее время практически не существует единых международных стандартов по определению различных веществ в аэрозоле никотиносодержащей продукции. Различные подходы к оценке рисков эксплуатации никотиносодержащей продукции приводят к варьированию показателей содержания компонентов от следовых количеств до достаточно высоких значений.

Авторы исследований «Основные вопросы, касающиеся влияния электронных систем доставки никотина и иных источников никотина на здоровье» указывают на подавляющее большинство существующих научных свидетельств о том, что уровень канцерогенов и других токсичных веществ, поступающих в организм человека при эксплуатации никотиносодержащей продукции, значительно ниже концентрации этих компонентов, образующихся при курении табака [6].

В 2018 г. был разработан международный стандарт ISO 20768:2018 «Vapour products – Routine analytical vaping machine – Definitions and standard conditions» для прокуривания электронных сигарет [7], основанный на методе CORESTA CRM № 81[11]. Метод CRM № 81 определяет параметры и стандартные условия для генерации и сбора аэрозоля СДН, технические требования для лабораторной аналитической машины, но не содержит указаний на методы анализа компонентов газовой фазы аэрозоля.

Существенные различия в методах сбора и количественного определения компонентов аэрозоля НСП выявили необходимость в выборе методики машинного прокуривания и сбора аэрозоля на лабораторной машине CERULEAN SM 405 с целью определения оптимального режима (объем затяжки, время затяжки и паузы между затяжками) для различных видов СДН.

Проанализированы результаты прокуривания по канадскому интенсивному методу, методу ИСО, методу ВНИИТТИ, стандартному и экспериментальному методам CORESTA.

Определены оптимальные режимы машинного прокуривания для сбора аэрозоля и разработаны рекомендации по тестированию исследуемой никотиносодержащей продукции на курительной машине CERULEAN SM 405:

– для СДН многоразового использования целесообразно применение валидированного метода CORESTA CRM № 81 «Routine analytical machine for e-cigarette aerosol generation and collection – definitions and standard conditions» [8];

– при прокуривании стиков ЭСНТ предпочтителен метод в режиме Health Canada Intense [9] как максимально продуцирующий максимальное количество компонентов;

– для СДН одноразового использования применима «Методика прокуривания одноразовых электронных курительных устройств и получения влажного конденсата, газовой фазы дыма при помощи линейной курительной машины CERULEAN SM 405» [3].

Сбор газовой фазы аэрозоля, генерируемого НСП, проводили через барботеры, присоединенные к курительной машине CERULEAN SM 405, с дериватизацией карбонилов 2,4*динитрофенилгидразином (ДНФГ) при атмосфере проведения испытания (рисунок 1).

Рисунок 1. Улавливание карбонильных соединений с помощью барботеров, присоединенных к курительной машине

Figure 1. Capturing carbonyl compounds using bubblers attached to a smoking machine

Получение сопоставимых результатов состава аэрозоля СДН возможно только при наличии четких требований к оборудованию, материалам и реактивам для сбора аэрозоля.

Для проведения дальнейших исследований проведен обзор существующих методик, потенциально применимых для идентификации никотиносодержащей продукции и количественному определению в её аэрозоле карбонилов как приоритетных токсичных компонентов по списку ВОЗ: формальдегид, ацетальдегид, акролеин.

В аналитическом обзоре, проведенном доктором Ченг (Cheng) из Управления по научным исследованиям центра табачных изделий FDA (США) в 2014 г., отмечается, что большой разброс в уровнях содержания карбонильных соединений связан с отсутствием стандартизированных методов их определения в аэрозоле систем доставки никотина [10].

Существующие методики (CORESTA, Philip Morris International, British American Tobacco и China National Tobacco Quality Supervision and Test Center) для определения содержания карбонилов различны.

Метод CORESTA применим для определения отдельных карбонильных соединений (формальдегид, ацетальдегид, ацетон, акролеин, пропиональдегид, кротональдегид, 2-бутанон, н-бутиральдегид) с помощью ВЭЖХ [11].

Метод PMI применим для определения карбонильных соединений в сигаретном дыме и в аэрозоле ЭСНТ. Аэрозольный экстракт анализируют на ВЭЖХ с МС-МС детектированием на электроспреевом источнике в режиме отрицательных масс.

Компания BAT разработала метод для количественного определения содержания карбонильных соединений (формальдегид, ацетальдегид, ацетон, акролеин, пропиональдегид, кротональдегид) в главной струе табачного дыма с помощью HPLC – MS/MS с ультрафиолетовым детектором.

Для анализа карбонильных соединений в жидкостях для систем доставки никотина исследователями из China National Tobacco Quality Supervision and Test Center был разработан метод с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии ВЭЖХ [12].

Для проведения дальнейших исследований по определению карбонильных соединений в газовой фазе аэрозоля, генерируемого НСП различных видов, валидированы методы количественного определения с использованием высокоэффективной жидкостной хромато-масс-спектрометрии LCMS/MS детектированием на электроспреевом источнике в режиме отрицательной полярности с использованием хроматографа Thermo Scientific Dionex UltiMate 3000 и масс-спектрометра TSQ Quantiva [4]. Химические реактивы, используемые в проводимых исследованиях, аналитической чистоты.

После сбора газовой фазы аэрозоля, полученного методом машинного прокуривания, проводили соответствующие этапы экстракции, очистки и получения производных. Методом LCMS/MS на хроматографе Thermo Scientific Dionex UltiMate 3000 и масс-спектрометра TSQ Quantiva определяли содержание карбонилов (формальдегид, ацетальдегид, акролеин) в аэрозоле НСП.

Таблица 1.

Содержание карбонильных соединений аэрозоля, генерируемого НСП

Table 1.

The content of carbonyl compounds of aerosol generated by NSP

Образец Sample		Содержание компонентов аэрозоля | The content of aerosol components		
		Формальдегид, мкг/зат. Formaldehyde, µg/puff	Ацетальдегид, мкг/зат Acetaldehyde, µg/puff	Акролеин мкг/зат Acrolein µg/puff
1		2	3	4
Health Canada Intense				
Стики Sticks	iQOS			
	Parliament Blue	0,34	16,01	0,93
	Parliament Fresh	0,39	14,75	0,91

Продолжение табл.1 | Continuation of table 1

1	2	3	4
CORESTA CRM № 81			
СДН | SDN	LUXLITE		
	American Blend Light	0,024	0,046	0,034
	American Blend Full	0,049	–	0,018
	VON ERL My		
	Raw Tobacco Classic	0,73	0,24	0,012
	Lolly Drop	0,42	0,16	0,012
	iKuu i200		
	Tobacco	167,66	–	33,86
	Cherry	233,57	–	32,55

Количественное содержание компонентов аэрозоля, генерируемого исследуемой никотиносодержащей продукцией, определено с использованием валидированной методики для аналитического оборудования (хроматограф Thermo Scientific Dionex UltiMate 3000 и масс-спектрометр TSQ Quantiva) (таблица 1).

Содержание определяемых карбонильных соединений в аэрозоле исследуемой никотиносодержащей продукции колеблется в широких пределах:

- формальдегид, мкг/затяжку 0,042–233,57;
- ацетальдегид, мкг/затяжку 0–16,01;
- акролеин, мкг/затяжку 0,012–33,86.

Заключение

1. Состав аэрозоля инновационной никотиносодержащей продукции требует системного изучения и является отправной точкой в оценке уровня риска для потребителей.

2. Установление уровня содержания карбонильных соединений в аэрозоле инновационной продукции имеет определенные сложности, учитывая способы прокуривания и особенности конструкции СДН.

3. Разработана методика «Сбора газовой фазы аэрозоля никотиносодержащей продукции (НСП) для определения содержания карбонильных соединений».

4. Валидированны методики «Определения содержания карбонильных соединений в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком (табака нагреваемого)» и «Определения содержания карбонильных соединений в жидкости для систем доставки никотина (СДН) и в аэрозоле никотиносодержащей продукции (НСП)» применительно к аналитическому оборудованию: хроматограф Thermo Scientific Dionex UltiMate 3000» и масс-спектрометр TSQ Quantiva.

5. Результаты научных исследований с использованием валидированных методик свидетельствуют, что содержание исследуемых токсичных компонентов, как приоритетных по списку ВОЗ (формальдегид, ацетальдегид, акролеин), в аэрозоле никотиносодержащей продукции колеблется в широких пределах.

Дальнейшие исследования ФГБНУ ВНИИТТИ будут направлены на установление факторов, определяющих количественное содержание токсичных компонентов аэрозоля, и разработку требований безопасности к инновационным видам никотиносодержащей продукции: системам доставки никотина и электрическим системам нагревания табака.

ЛИТЕРАТУРА

1 Euromonitor International. Global tobacco: key findings part II: Vapour products. Strategy Briefing. 2017. URL: https://www.euromonitor.com/global-tobacco-key-findings-part-II-vapour-products/report

2 Конференция Сторон (КС-4) Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака (РКБТ ВОЗ). 15–20 ноября 2010 г. Уругвай, 2010.

3 Миргородская А.Г., Шкидюк М.В., Глухов С.Д., Матюхина Н.Н. Методика прокуривания одноразовых электронных курительных устройств и получения влажного конденсата, газовой фазы дыма при помощи линейной курительной машины CERULEAN SM 405. Краснодар, 2015. 10 с.

4 Матюхина Н.Н., Миргородская А.Г., Шкидюк М.В., Бедрицкая О.К. Компонентный состав табака для кальяна // Новые технологии. 2019. № 1. С. 116–132.

5 Royal College of Physicians. Nicotine without smoke: Tobacco harm reduction. London: RCP, 2016. URL: https://www.rcplondon.ac.uk/sites/default/files/media/Documents/Nicotine%20without%20smoke.pdf

6 Ambrose B.E. Cigarette Use Transitions: A Case Study from Waves 1 and 2 of the PATH Study. 2017 // Society for Research on Nicotine and Tobacco (SNRT) Pre-Conference Workshop: FDA's Population Health Standard: Balancing the Risks and Benefits in Regulatory Decision-Making. 2017.

7 ISO 20768:2018. Vapour products – Routine analytical vaping machine – Definitions and standard conditions. 2018. 7 p.

8 CORESTA Recommended Method № 81. Routine analytical machine for e-cigarette aerosol generation and collection – definitions and standard conditions. URL: https://www.coresta.org/sites/default/files/technical_documents/main/CRM_81.pdf

9 Tobacco Reporting Regulations SOR/2000-273. URL: https://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/SOR-2000-273.pdf

10 Cheng T. Chemical evaluation of electronic cigarettes // Tobac. Contr. 2014. V. 23. № 2. P. 11–17. doi: 10.1136/tobaccocontrol-2013-051482

11 CORESTA Recommended method № 74. Determination of Selected Carbonyls in Mainstream Cigarette Smoke by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). URL: https://www.coresta.org/sites/default/files/technical_documents/main/CRM_74-Aug2019_0.pdf

12 Zhang X., Xiong W., Shi L., Hou H. et al. Simultaneous determination of five mercapturic acid derived from volatile organic compounds in human urine by LC-MS/MS and its application to relationship study // Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences. 2014. P. 102-109. doi: 10.1016/j.jchromb.2014.07.013

REFERENCES

1 Euromonitor International. Global tobacco: key findings part II: Vapour products. Strategy Briefing. 2017. Available at: https://www.euromonitor.com/global-tobacco-key-findings-part-II-vapour-products/report

2 Conference of the Parties (COP 4) WHO Framework Convention on Tobacco Control (WHO FCTC). November 15–20, 2010. Uruguay, 2010. (in Russian).

3 Mirgorodskaya A.G., Shkidyuk M.V., Glukhov S.D., Matyukhina N.N. Method CERULEAN SM 405. Krasnodar, 2015.10 p. (in Russian).

4 Matyukhina N.N., Mirgorodskaya A.G., Shkidyuk M.V., Bedritskaya O.K. Component composition of tobacco for hookah. New technologies. 2019. no. 1. pp. 116–132. (in Russian).

5 Royal College of Physicians. Nicotine without smoke: Tobacco harm reduction. London, RCP, 2016. Available at: https://www.rcplondon.ac.uk/sites/default/files/media/Documents/Nicotine%20without%20smoke.pdf

6 Ambrose B.E. Cigarette Use Transitions: A Case Study from Waves 1 and 2 of the PATH Study. 2017. Society for Research on Nicotine and Tobacco (SNRT) Pre-Conference Workshop: FDA's Population Health Standard: Balancing the Risks and Benefits in Regulatory Decision-Making. 2017.

7 ISO 20768:2018. Vapour products – Routine analytical vaping machine – Definitions and standard conditions. 2018. 7 p.

8 CORESTA Recommended Method no. 81. Routine analytical machine for e-cigarette aerosol generation and collection – definitions and standard conditions. Available at: https://www.coresta.org/sites/default/files/technical_documents/main/CRM_81.pdf

9 Tobacco Reporting Regulations SOR/2000-273. Available at: https://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/SOR-2000-273.pdf

10 Cheng T. Chemical evaluation of electronic cigarettes. Tobac. Contr. 2014. vol. 23. no. 2. pp. 11–17. doi: 10.1136/tobaccocontrol-2013-051482

11 CORESTA Recommended method no. 74. Determination of Selected Carbonyls in Mainstream Cigarette Smoke by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Available at: https://www.coresta.org/sites/default/files/technical_documents/main/CRM_74-Aug2019_0.pdf

12 Zhang X., Xiong W., Shi L., Hou H. et al. Simultaneous determination of five mercapturic acid derived from volatile organic compounds in human urine by LC-MS/MS and its application to relationship study. Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences. 2014. P. 102-109. doi: 10.1016/j.jchromb.2014.07.013

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгения В. Гнучих к.т.н., зам. директора по научной работе и инновациям, Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Россия, Gnu20072007@yandex.ru

Марина В. Шкидюк ст. науч. сотрудник, лаборатория технологии производства табачных изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Россия, tabak.technolog@rambler.ru

Алла Г. Миргородская к.т.н, зав. лаб., лаборатория технологии производства табачных изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Россия, mirgorodskaya_alla@mail.ru

Наталья Н. Матюхина науч. сотрудник, лаборатория технологии производства табачных изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Россия

Тамара А. Дон к.т.н,, ст. науч. сотрудник, лаборатория технологии производства табачных изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Eugeniya V. Gnuchih Cand. Sci. (Engin.), deputy director of science and innovation, All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, Moskovskaya St, 42, Krasnodar, 350072, Russia, Gnu20072007@yandex.ru

Marina V. Shkiduk senior researcher, laboratory of technologies for manufacturing tobacco products, All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, Moskovskaya St, 42, Krasnodar, 350072, Russia, tabak.technolog@rambler.ru

Alla G. Mirgorodskaya Cand. Sci. (Engin.), head of laboratory, laboratory of technologies for manufacturing tobacco products, All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, Moskovskaya St, 42, Krasnodar, 350072, Russia, mirgorodskaya_alla@mail.ru

Natalya N. Matyuhina researcher, laboratory of technologies for manufacturing tobacco products, All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, Moskovskaya St, 42, Krasnodar, 350072, Russia

Tamara A. Don Cand. Sci. (Engin.), senior researcher, laboratory of technologies for manufacturing tobacco products, All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, Moskovskaya St, 42, Krasnodar, 350072, Russia

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.3.2019

ACCEPTED 5.16.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 640

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-202-207

Изучение адсорбционных свойств гречневой муки методами Де- Нуи и тензиметрическим для прогнозирования ее технологических свойств

Алексей А. Ливинский [1] send2alexey@mail.ru
Маргарита Э. Саитова [2] rita.s@list.ru
Светлана А. Ливинская [2] livinskaya@mail.ru

[1] ТД «Нефтьмагистраль», Волгоградский пр-т, 26/1, Москва, 109316, Россия
[2] Московский государственный университет пищевых производств, Волоколамское ш., 11, Москва, 125080, Россия

Аннотация. Научное и производственное сообщество специалистов занимается разработкой косвенных методов прогнозирования технологических свойств муки, которые сократили бы экономические затраты в производственных условиях. Представлены результаты сравнения коллоидных свойств 4 образцов разных производителей гречневой муки из пропаренной крупы и 1 – из зеленой. В качестве методов прогнозирования технологических свойств муки использованы поверхностные свойства. Графики зависимости «поверхностное натяжение на границе раздела воздух-жидкость – концентрация растворенного вещества» строили по экспериментальным данным, полученным методом Де-Нуи. Поверхностную активность сравниваемых образцов устанавливали решением уравнений, полученных математической обработкой экспериментальных данных. Адсорбционные свойства образцов гречневой муки изучали тензиметрическим методом. На основании изучения поверхностных свойств, образцы муки расположили в ряд по проявляемым коллоидным свойствам. Проведенные исследования поверхностных свойств образцов муки из пропаренной и непропаренной крупы показали, что гречневая мука, произведенная разными предприятиями, характеризуется различными адсорбционными свойствами, которые должны учитываться при ее хранении и использовании в мучных изделиях. Образец из непропаренной крупы обладает наибольшей поверхностной активностью, что позволяет признать его лучшим образцом. Основное влияние на технологические достоинства муки оказывает фракция муки с размером частиц до 50 мкм, количество которых должно составлять 58,69±2%. При более высоком содержании частиц этой фракции мука характеризуется пониженной поверхностной активностью и обладает более высокой гигроскопичностью, что отрицательно сказывается на ее технологических свойствах.

Ключевые слова: пропаренная крупа, непропаренная крупа, поверхностное натяжение, активность, адсорбция, гигроскопичность

Study of the surface properties of buckwheat flour produced by different enterprises by De-Nui methods and tenzimetric to predict its technological properties

Alexey A. Livinskiy [1] send2alexey@mail.ru
Margarita E. Saitova [2] rita.s@list.ru
Svetlana A. Livinskaya [2] livinskaya@mail.ru

[1] TH "Neftmagistral", Volgogradskiy av., 26/1, Moscow, 109316, Russia
[2] Moscow State University of Food Production, Volokolamskoye highway, 11, Moscow, 125080, Russia

Abstract. The scientific and industrial community of specialists is developing indirect methods for predicting the technological properties of flour, which would reduce economic costs in a production environment. The results of comparing the colloidal properties of 4 samples of different producers of buckwheat flour from steamed cereals and 1 from green are presented. As methods for predicting the technological properties of flour used surface properties. The graphs of the dependence “surface tension at the air-liquid interface - concentration of dissolved substance” were constructed using experimental data obtained by the De Nui method. The surface activity of the compared samples was established by solving equations obtained by mathematical processing of experimental data. The adsorption properties of buckwheat flour samples were studied by the tensimetric method. Based on the study of surface properties, flour samples were arranged in a row according to the manifested colloidal properties. Studies of the surface properties of flour samples from steamed and non-steamed cereals showed that buckwheat flour produced by different enterprises is characterized by various adsorption properties, which should be taken into account during its storage and use in flour products. A sample of unpaired cereal has the highest surface activity, which allows us to recognize it as the best sample. The main influence on the technological advantages of flour is exerted by the fraction of flour with a particle size of up to 50 microns, the amount of which should be 58.69 ± 2%. At a higher content of particles of this fraction, the flour is characterized by reduced surface activity and has a higher hygroscopicity, which negatively affects its technological properties.

Keywords: steamed cereal, unpaired cereal, surface tension, activity, adsorption, hygroscopicity

Для цитирования

Ливинский А.А., Саитова М.Э., Ливинская С.А. Изучение адсорбционных свойств гречневой муки методами Де- Нуи и тензиметрическим для прогнозирования ее технологических свойств // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 202–207. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-202-207

For citation

Livinskiy A.A., Saitova M.E., Livinskaya S.A. Study of the surface properties of buckwheat flour produced by different enterprises by De-Nui methods and tenzimetric to predict its technological properties. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 202–207. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-202-207

Введение

В последние годы наблюдается новый виток интереса к гречневой крупе и муке [1–3]. Интерес обусловлен ценными диетическими свойствами гречихи, в том числе и возможностью использования ее в рецептурах безглютеновых мучных изделий. При производстве мучных изделий традиционно используют прямые методы оценки, проводя пробные выпечки изделий в лабораторных или пилотных условиях [4]. Научное и производственное сообщество специалистов занимается разработкой косвенных методов прогнозирования технологических свойств муки, которые сократили бы экономические затраты в производственных условиях. В качестве косвенных методов в настоящее время используют методы выявления физико-химических, биохимических, коллоидных свойств, по которым прогнозируют поведение муки на разных технологических стадиях процесса «мука – готовое изделие». В настоящее время в торговых сетях Москвы представлена мука нескольких производителей. При использовании гречневой муки в рецептурах новых видов мучных кондитерских изделий [3] было выявлено ее разное технологическое поведение. Поскольку гречневая мука содержит в своем составе крахмал, сделано предположение, что образцы муки от разных производителей обладают определенными поверхностно- активными свойствами, которые оказывают влияние на поведение теста на разных стадиях его приготовления.

Одним из показателей технологических свойств продуктов, содержащих преимущественно крахмал, является поверхностная активность, которая оказывает влияние на вязкость теста. В данном исследовании в качестве косвенных методов использовали поверхностные свойства, которые устанавливали по поверхностной активности исследуемых образцов гречневой муки и ее адсорбционным свойствам.

Материалы и методы

При проведении исследований использовали муку гречневую «Гарнец» – ТУ 9293–002–43175543–03; муку гречневую «Старожитная» – ТУ РБ 600024008.084–2002; муку гречневую «Крупно» – ТУ 9293–005–00932169–96; муку гречневую для детского питания – ГОСТ Р 31645–2012; муку гречневую из зеленой гречки «Гарнец» – ТУ 9293–002–43175543–03. На основании кривых поверхностного натяжения, построенных по экспериментальным значениям усилия отрыва, необходимого для отрыва проволочного кольца от поверхности 0,03–1,000% суспензий муки в воде методом Де Нуи [5], при математической обработке получены уравнения, описывающие зависимость «поверхностное натяжение на границе раздела воздух-жидкость – концентрация растворенного вещества». Поверхностные активности образцов гречневой муки устанавливали нахождением экстремальных значений полученных полиноминальных зависимостей второй степени. Адсорбционные свойства образцов гречневой муки изучали тензиметрическим методом, при котором в эксикатор с постоянной влажностью среды (φ, %) помещали образцы гречневой муки разных производителей и гравиметрически определяли количество поглощенной с течением времени влаги до достижения равновесной влажности [6]. Создавали φ равное 63, 75, 86%. Для обработки результатов исследований использовали математические методы обработки экспериментальных данных, реализуемые с помощью компьютерной программы Microsoft Excel 2016. Все определения проводили в трехкратной повторности, конечный результат определяли как среднее арифметическое.

Результаты и обсуждение

Для прогнозирования технологических свойств образцов гречневой муки использовали поверхностную активность исследуемых образцов 1–5 гречневой муки. По экспериментальным данным усилий, необходимых для отрыва кольца от поверхности суспензий изучаемых образцов муки в воде, и рассчитанных значений поверхностного натяжения (таблица 1) строили кривые зависимости снижения поверхностного натяжения от концентрации растворенного образца муки (рисунок 1). Каждый образец гречневой муки, произведенный конкретным предприятием, рассматривали в качестве комплексного ингредиента, физико-химические и органолептические показатели которого зафиксированны в нормативно-технической документации предприятия (ТУ).

На основании экспериментальных данных получены уравнения зависимостей и по ним построены расчетные кривые, представляющие собой полиноминальные зависимости второй степени и описывающие изучаемые процессы с достаточной точностью, о чем свидетельствует величина аппроксимации (R^2) не ниже 0,967 для всех образцов (рисунок 1).

Таблица 1.

Сила отрыва кольца (*F*, у. е.) и поверхностное натяжение (σ, Н/м) образцов гречневой муки

Table 1.

The force of the separation ring (*F*, y.e.) and surface tension (σ, N/m) samples of buckwheat flour

Концентрация суспензий, (%) Concentration of suspension, (%)	Образец 1 Sample 1		Образец 2 Sample 2		Образец 3 Sample 3		Образец 4 Sample 4		Образец 5 Sample 5	
	F	σ	*F*	σ	*F*	σ	*F*	σ	*F*	σ
1,00	46,4	63,25	49,1	66,93	48,7	66,38	48	65,43	33,8	46,07
0,50	48	65,43	49,6	67,62	49,3	67,20	48,4	65,98	35,6	48,53
0,25	49,4	67,34	51	69,52	50,7	69,11	49,6	67,62	39,9	54,39
0,12	51,8	70,61	52,9	72,11	52,4	71,43	50,8	69,30	43,8	59,71
0,06	52,4	71,43	52,9	72,11	52,8	71,97	51,8	70,62	47,1	64,02
0,03	53	72,25	53	72,25	53	72,25	53	72,25	50,3	68,51
0,00	53	72,25	53	72,25	53	72,25	53	72,25	53	72,25

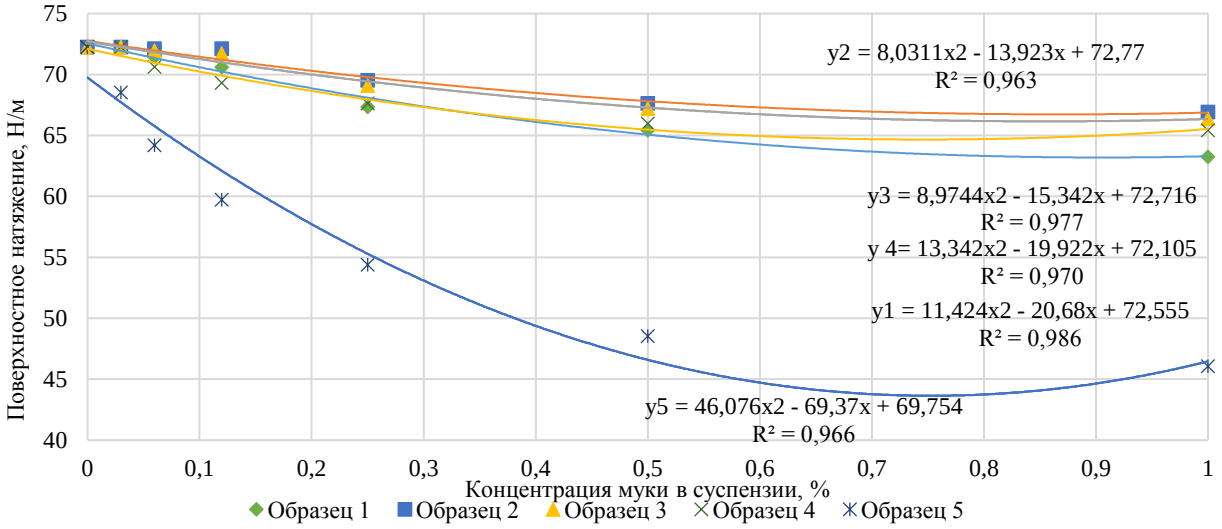


Рисунок 1. Снижение поверхностного натяжения на границе суспензия муки в воде–воздух для образцов гречневой муки

Figure 1. Reduction of surface tension at the boundary of flour suspension in water-air for buckwheat flour samples

Все исследуемые образцы проявляют поверхностную активность, что подтверждает сделанные ранее выводы для пшеничной муки [4]. Среди образцов гречневой муки из пропаренной крупы (1–4) образец 1 в области высоких концентраций обладает большей поверхностной активностью, т. к. больше остальных снижает поверхностное натяжение в интервале концентраций 0,5–1,0%. Так, например, при концентрации веществ 1% поверхностное натяжение снижается до 63,25 Н/м. В образце 4 оно снижается до значений 65,43 Н/м, в образце 3 – до 66,38 Н/м и в образце 2 – до 66,93 Н/м. Мука из непропаренной гречихи характеризуется большей поверхностной активностью, чем исследованные образцы (1–4), поскольку снижает поверхностное натяжение при дозировке муки 1% до 46,07 Н/м.

Полученные зависимости поверхностного натяжения для каждого образца гречневой муки от ее концентрации вида $y' = 0$ позволяют рассчитать точку минимума для кривой, характеризующей концентрацию муки, при которой она проявляет максимальную активность. Значения концентрации позволяют характеризовать дозировку гречневой муки, при которой она проявляет максимальные коллоидные свойства. Образцы в порядке возрастания поверхностной активности можно расположить следующим образом: образец 4, образец 3, образец 2, образец 1. Образец 5 муки из непропаренной гречневой крупы отличается значительной поверхностной активностью от образцов муки из пропаренной гречки. Это позволяет прогнозировать ее лучшие технологические свойства что необходимо учитывать при составлении реальной рецептуры мучных изделий.

По результатам гравиметрического определения количества адсорбированной с течением времени влаги образцами, помещенными в среду с постоянными значениями влажности (63; 75; 86%) [6], средствами Excel были получены уравнения зависимостей и по ним построены расчетные кривые (рисунки 2–4), представляющие собой полиноминальные зависимости второй степени, описывающие изучаемые процессы с достаточной точностью, о чем свидетельствует величина аппроксимации не ниже 0,968 для всех образцов. Установленные адсорбционные свойства образцов гречневой муки показывают, что мука, произведенная разными предприятиями по собственным ТУ, характеризуется различными адсорбционными свойствами, которые должны учитываться при ее хранении и использовании в мучных изделиях.

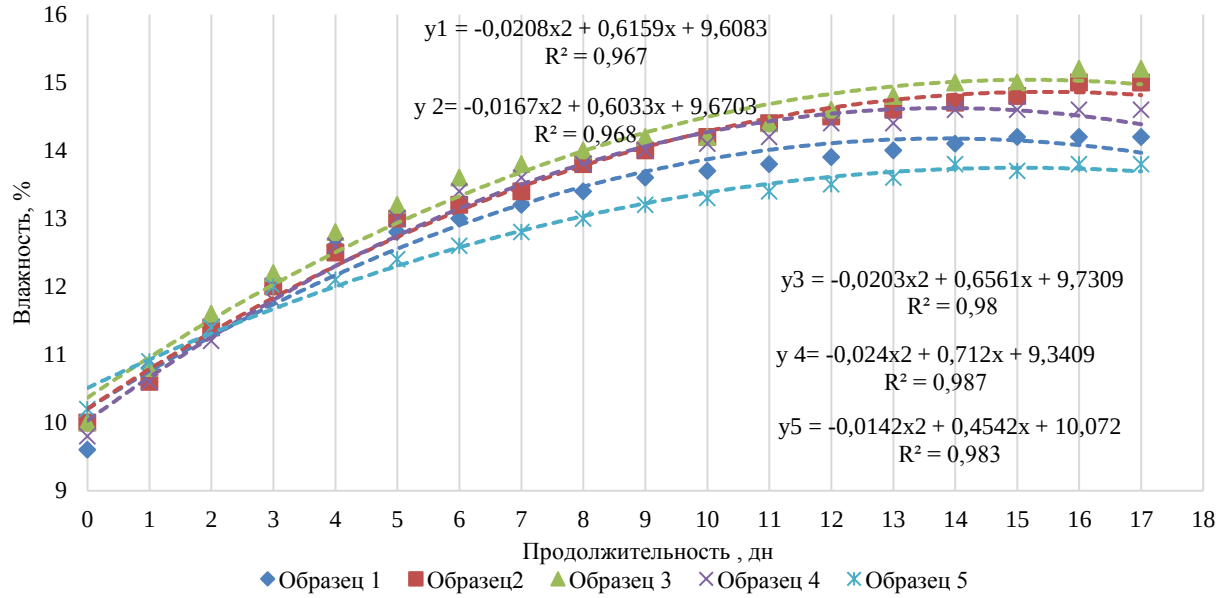


Рисунок 2. Динамика адсорбции образцов гречневой муки при влажности среды 63%

Figure 2. Dynamics of adsorption of buckwheat flour samples at medium humidity 63%

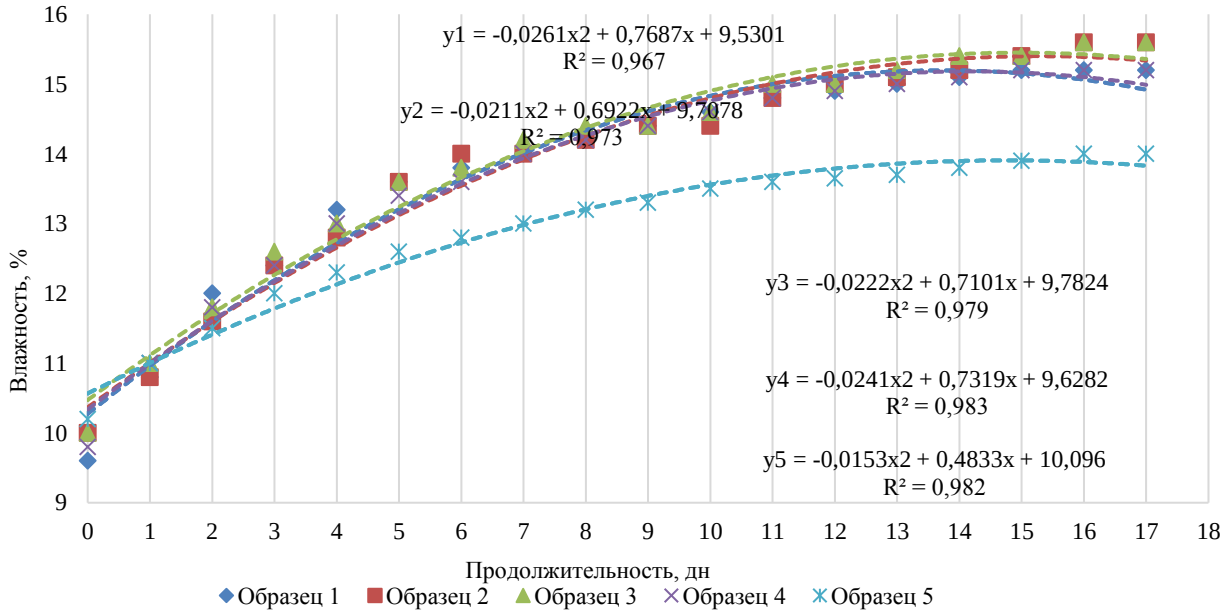


Рисунок 3. Динамика адсорбции образцов гречневой муки при влажности среды 75%

Figure 3. Dynamics of adsorption of buckwheat flour samples at humidity 75%

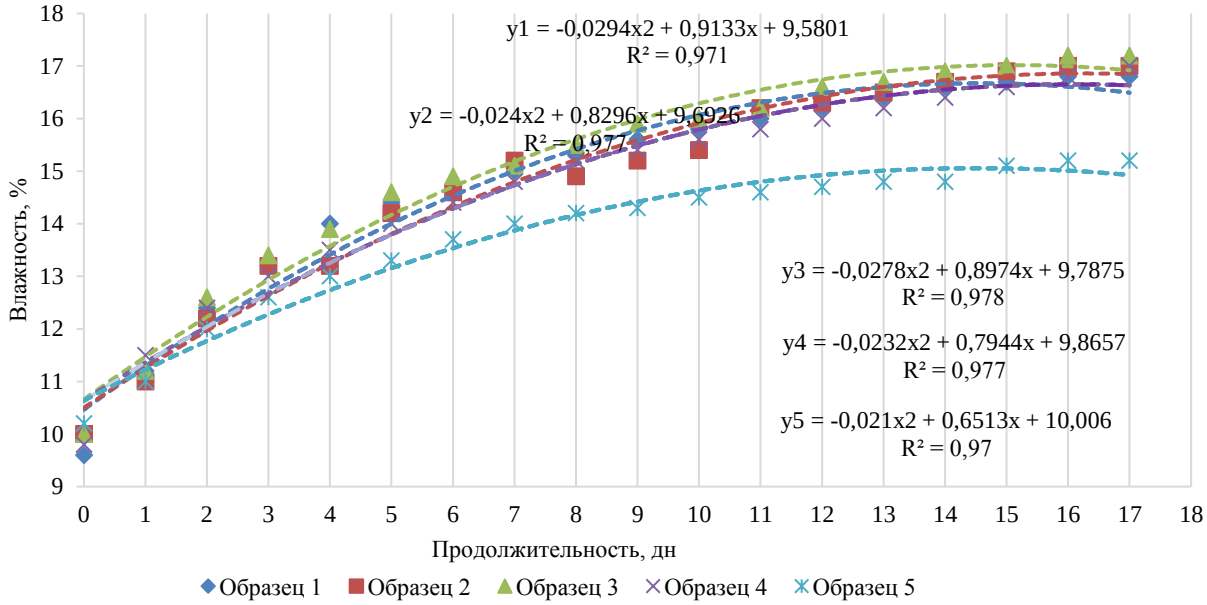


Рисунок 4. Динамика адсорбции образцов муки при влажности среды 86%

Figure 4. Dynamics of adsorption of flour samples at medium humidity 86%

По результатам проведенных экспериментов по поверхностной активности и гигроскопичности разных образцов гречневой муки из пропаренной крупы видно, что образцы ведут себя по-разному. Сравнение экспериментальных данных (рисунки 2–4) показало, что большей адсорбционной способностью обладает образец 2, характеризуемый меньшей поверхностной активностью (рисунок 1). Следует отметить, что данный образец муки имеет следующий гранулометрический состав: частицы муки размером до 10 мкм – 50,21% и частицы размером до 50 мкм – 85,56% [7]. Образец 1 из пропаренной крупы обладает наибольшей поверхностной активностью и невысокой гигроскопичностью, что позволяет признать его лучшим образцом. Он характеризуется следующим гранулометрическим составом: частицы муки размером до 10 мкм – 30,33% и частицы размером до 50 мкм – 58,69% [7].

Заключение

Проведенные исследования поверхностных свойств образцов муки из пропаренной и непропаренной крупы показали, что гречневая мука, произведенная разными предприятиями, характеризуется различными адсорбционными свойствами, которые должны учитываться при ее хранении и использовании в мучных изделиях. Образец из непропаренной крупы обладает наибольшей поверхностной активностью, что позволяет признать его лучшим образцом. Основное влияние на технологические достоинства муки оказывает фракция муки с размером частиц до 50 мкм, количество которых должно составлять 58,69±2%. При более высоком содержании частиц этой фракции мука характеризуется пониженной поверхностной активностью и обладает более высокой гигроскопичностью, что отрицательно сказывается на ее технологических свойствах.

ЛИТЕРАТУРА

1 Filipčev B., Šimurina O., Bodroža-Solarov M. Impact of buckwheat flour granulation and supplementation level on the quality of composite wheat/buckwheat ginger-nut-type biscuits // Italian Journal of Food Science. 2015. V. 27. № 4. P. 495–504. doi: 10.14674/1120–1770/ijfs.v13

2 Pandey S., Senthil A., Fatema K. Effect of Hydrothermal Treatment on the Nutritional and Functional Properties of Husked and Dehusked Buckwheat // J Food Process Technol. 2015. V. 6. № 7. P. 461. doi:10.4172/2157–7110.1000461

3 Sakhare S.D., Inamdar A.A., Soumya C. Effect of flour particle size on microstructural, rheological and physico-sensory characteristics of bread and south Indian parotta // J Food Sci Technol. 2014. V. 51. № 12. P. 4108–4113. doi: 10.1007/s13197–013–0939–5

4 Ливинская С.А, Саитова М.Э., Порожнюк Т.О., Дубцов Г.Г. Оптимизация рецептуры кексов на основе регулирования потребительских свойств, пищевой ценности и гликемическкого индекса продукции // Вопросы питания. 2016. Т. 85. № S2. С. 107.

5 Черных В.Я. Современная методология управления технологическими свойствами хлебопекарной муки // Современное хлебопечение – 2003: материалы 3 международной конференции МПА. М.: Пищепромиздат. 2003. С. 58–59.

6 Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии: учебник. Санкт-Петербург: Лань, 2010. 416 с. URL: https://e.lanbook.com/book/4027

7 Эргашева Е.Н., Сапронова Л.А., Лазар Я.Б. Гигроскопичность различных видов сахара // Сахар-2008: сб. трудов. М.: МГУПП, 2008. С. 46–50.

8 Ливинская С.А., Саитова М.Э, Ливинский А.А. Исследование взаимосвязи гранулометрического состава образцов гречневой муки, представленных в торговых сетях г. Москва, и их технологических свойств // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 228–235. doi : 10.20914/2310–1202–2018–3–228–235

9 Linlaud N.E., Puppo M.C., Ferrero C. Effect of hydrocolloids on water absorption of wheat flour and farinograph and textural characteristics of dough // Cereal Chemistry. 2009. V. 86. № 4. P. 376–382.

10 Ravi R., Manohar R.S., Rao P.H. Influence of additives on the rheological characteristics and baking quality of wheat flours // European Food Research and Technology. 2000. V. 210. № 2. P. 202–208. doi: 10.1007/PL0000551

11 Bigne F., Puppo M.C., Ferrero C. Rheological and Microstructure Characterization of Composite Dough with Wheat and Mesquite (Prosopis spp) Flours // International Journal of Food Properties. 2016. V. 19. № 2. P. 243–256. doi: 10.1080/10942912.2015.1020435

REFERENCES

1 Filipčev B., Šimurina O., Bodroža-Solarov M. Impact of buckwheat flour granulation and supplementation level on the quality of composite wheat/buckwheat ginger-nut-type biscuits. Italian Journal of Food Science. 2015. vol. 27. no. 4. pp. 495–504. doi: 10.14674/1120–1770/ijfs.v13

2 Pandey S., Senthil A., Fatema K. Effect of Hydrothermal Treatment on the Nutritional and Functional Properties of Husked and Dehusked Buckwheat. J Food Process Technol. 2015. vol. 6. no. 7. pp. 461. doi:10.4172/2157–7110.1000461

3 Sakhare S.D., Inamdar A.A., Soumya C. Effect of flour particle size on microstructural, rheological and physico-sensory characteristics of bread and south Indian parotta. J Food Sci Technol. 2014. vol. 51. no. 12. pp. 4108–4113. doi: 10.1007/s13197–013–0939–5

4 Livinskaya S.A., Saitova M.E., Porozhnyuk T.O., Dubcov G.G. Optimization of cake recipe based on the regulation of consumer suitability, nutrition value and its glycemic index. Questions of food. vol. 85. no. S2. 2016. pp. 107. (in Russian).

5 Chernyh V.Ya. Modern methodology of baker`s flour technological characteristics management. Modern baking – 2003: materials of 3rd International conference. Moscow, Pischepromizdat, 2003. pp. 58–59 (in Russian).

6 Fridrihsberg D.A. Course of Colloid chemistry. St. Petersburg, Lan`, 2010. 416 p. Available at: https://e.lanbook.com/book/4027 (in Russian).

7 Ergasheva E.N., Sapronova L.A., Lazar YA.B. Hygroscopicity of different types of sugar. Sugar-2008: proceedings. Moscow, MGUPP, 2008. pp. 46–50 (in Russian).

8 Livinskaya S.A., Saitova M.E, Livinskiy A.A. Research on the correlation of granulometric size composition of buckwheat samples, represented in Moscow distribution stores, and its technological features. Proceedings of VSUET. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 228–235. doi: 10.20914/2310–1202–2018–3–228–235 (in Russian).

9 Linlaud N.E., Puppo M.C., Ferrero C. Effect of hydrocolloids on water absorption of wheat flour and farinograph and textural characteristics of dough. Cereal Chemistry. 2009. vol. 86. no. 4. pp. 376–382.

10 Ravi R., Manohar R.S., Rao P.H. Influence of additives on the rheological characteristics and baking quality of wheat flours. European Food Research and Technology. 2000. vol. 210. no. 2. pp. 202–208. doi: 10.1007/PL0000551

11 Bigne F., Puppo M.C., Ferrero C. Rheological and Microstructure Characterization of Composite Dough with Wheat and Mesquite (Prosopis spp) Flours. International Journal of Food Properties. 2016. vol. 19. no. 2. pp. 243–256. doi: 10.1080/10942912.2015.1020435

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексей А. Ливинский к.т.н., инженер, ТД «Нефтьмагистраль», Волгоградский пр-т, 26/1, Москва, 109316, Россия, send2alexey@mail.ru

Маргарита Э. Саитова к.т.н., старший преподаватель, кафедра индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Московский государственный университет пищевых производств, Волоколамское ш., 11, Москва, 125080, Россия, rita.s@list.ru

Светлана А. Ливинская к.т.н., профессор, кафедра кондитерских, сахаристых, субтропических и пищевкусовых технологий, Московский государственный университет пищевых производств, тВолоколамское ш., 11, Москва, 125080, Россия, livinskaya@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 18.05.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 05.06.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexey A. Livinskiy Cand. Sci. (Engin.), engineer, TH "Neftmagistral", Volgogradsky Prospect, 26/1, Moscow, 109316, Russia, send2alexey@mail.ru

Margarita E. Saitova Cand. Sci. (Engin.), senior lecturer, food industry, hotel business and service department, Moscow State University of Food Production, Volokolamskoye highway, 11, Moscow, 125080, Russia, rita.s@list.ru

Svetlana A. Livinskaya Cand. Sci. (Engin.), professor, confectionery, sugar, subtropical and gastronomy technologies department, Moscow State University of Food Production, Volokolamskoye highway, 11, Moscow, 125080, Russia, livinskaya@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.18.2019

ACCEPTED 6.5.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 363.92.084

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-208-217

Влияние комбикормов, обогащенных пробиотическим комплексом А2, на продуктивные показатели кроликов

Лариса И. Лыткина [1] larissaig2410@rambler.ru
Евгения С. Шенцова [1] evgeniya-shencova@yandex.ru
Александр В. Востроилов [2] alexandervostroilov@yandex.ru
Елена Е. Курчаева [2] alena.kurchaeva@yandex.ru
Светлана В. Калашникова [2] ipk.kalashnikova@mail.ru
Игорь В. Максимов [2] maximus880@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

Аннотация. В последнее время для повышения продуктивности и сохранности поголовья разводимых животных в условиях интенсивных технологий выращивания применяют пробиотические препараты, полученные на основе бактерий разного видового состава, которые обладают способностью к повышению резистентности и физиологического статуса организма объекта разведения. Изучена эффективность использования пробиотического комплекса А2 с целью повышения продуктивности и качества мяса кроликов. Исследования проведены в условиях ООО «Липецкий кролик» на гибридном поголовье «Hypharm» французской селекции в возрасте 45 суток. Подопытное поголовье было разделено на контрольную и опытные группы методом пар-аналогов. Кролики контрольной группы получали комбикорм ПЗК-92, поголовье опытных групп кормили комбикормом ПЗК-92 с вводом пробиотического комплекса А2 в дозировках 0,6 и 1,0 г/кг комбикорма. При использовании оптимальной дозировки пробиотического комплекса, которая составила 0,6 г/кг комбикорма, достигается 100%-ная сохранность поголовья, увеличивается убойный выход на 4,51% при снижении затрат корма на 1,42 ЭКЕ, а также зафиксировано положительное влияние на пищевую и биологическую ценность мяса кроликов. Было достигнуто увеличение прибыли на 3616,0 р. и уровня рентабельности (до 35%) на 12% по отношению к контрольной группе (23%), что создает предпосылки для широкомасштабного использования данной кормовой добавки в условиях промышленных комплексов отрасли кролиководства.

Ключевые слова: комбикорм, пробиотический комплекс, продуктивность, мясо кролика, пищевая ценность

The impact of compound feeds with probiotic complexes on metabolism and productive indicators of rabbits

Larisa I. Lytkina [1] larissaig2410@rambler.ru
Evgenia S. Shentsova [1] evgeniya-shencova@yandex.ru
Alexander V. Vostroilov [2] alexandervostroilov@yandex.ru
Elena E. Kurchaeva [2] alena.kurchaeva@yandex.ru
Svetlana V. Kalashnikova [2] ipk.kalashnikova@mail.ru
Igor V. Maksimov [2] maximus880@mail.ru

[1] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
[2] Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 1 Michurin str., Voronezh, 394087, Russia)

Abstract. Probiotic preparations based on bacteria of different species composition, having the ability to increase the resistance and physiological status of the organism of the breeding object, are used to increase the productivity and preservation of the livestock of bred animals under the conditions of recent intensive cultivation technologies. The effectiveness of the probiotic complex A2 using to increase the productivity and quality of rabbit meat was studied by us. The studies were carried out in LLC "Lipetsk rabbit' on a hybrid livestock "Hypharm" of French selection at the age of 45 days. The experimental population was divided into control and experimental groups by the method of pair-analogues. The rabbits of the control group received PZK-92 compound feed, the livestock of the experimental groups was fed with PZK-92 compound feed with the introduction of the A2 probiotic complex in dosages of 0.6 and 1.0 g / kg of compound feed. When applying the optimal dosage of the used probiotic complex, which amounted to 0.6 g / kg of feed, 100% livestock safety is achieved, slaughter yield is increased by 4.51% with a decrease in feed costs by 1.42 ECE, as well as a positive effect on nutritional and biological value of rabbit meat was observed. An increase in profit by 3616.0 and profitability (up to 35%) by 12% in relation to the control group (23%) was achieved. This creates the prerequisites for the widespread use of this feed additive in the industrial complexes of the rabbit industry.

Keywords: compound feed, probiotic complex, productivity, rabbit meat, nutritional value

Введение

Главной задачей животноводства нашей страны является производство как можно большего количества высококачественных продуктов питания для населения, которые можно получить только при полноценном кормлении, способствующем интенсивности роста животных, продуктивности и снижению затрат кормов на единицу продукции. Данный подход требует от производителей отказа от применения кормовых

Для цитирования

Лыткина Л.И., Шенцова Е.С., Востроилов А.В., Курчаева Е.Е., Калашникова С.В., Максимов И.В. Влияние комбикормов, обогащенных пробиотическим комплексом А2, на продуктивные показатели кроликов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 208–217. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-208-217

For citation

Lytkina L.I., Shentsova E.S., Vostroilov A.V., Kurchaeva E.E., Kalashnikova S.V., Maksimov I.V. The impact of compound feeds with probiotic complexes on metabolism and productive indicators of rabbits. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 208–217. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-208-217

антибиотиков, которые способны аккумулироваться в организме животных. Но в условиях промышленного получения сельскохозяйственной продукции исключение антибиотиков может привести к массовым заболеваниям животных. Это соображение вызывает необходимость поиска препаратов альтернативных кормовым антибиотикам, которые способны поддерживать устойчивость к заболеваниям объектов разведения [2].

Правительством Российской Федерации в целях реализации Федерального закона «О развитии сельского хозяйства» утверждена «Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия до 2020 года», предусматривающая обеспечение продовольственной независимости России, повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынках.

Перспективной отраслью сельского хозяйства является кролиководство, основная продукция которой – это высококачественное диетическое мясо, а также сырье для меховых изделий (шкурки и пух). Питательные и диетические свойства кроличьего мяса значительно выше многих других видов мяса. Кролики обладают высокой плодовитостью и скороспелостью, благодаря чему возможно получение в короткие сроки значительного количества продукции их убоя. За год от одной крольчихи можно получить свыше 70 кг мяса, более 30 голов крольчат и соответственно свыше 30 шкурок [5].

В настоящее время в сфере кролиководства лучше всего изучено разведение и содержание кроликов, менее изучены вопросы их кормления и еще в меньшей степени влияние различных пробиотических добавок на организм животного, что подтверждается рядом работ отечественных и зарубежных ученых (Е.А. Тинаева, Н.И. Тинаев, 2006; К.А. Сидорова, 2005, К.С. Есенбаева, А.М. Пучнин и др., Скрябин С.О., 2011, С.А. Веремеева и др., 2014; Н.А. Балакирев, Ю.А. Калугин, 2015, Нигматуллин Р.М., 2011, Черненков Е.Н., 2016).

Внедрение в отрасли кролиководства интенсивных технологий выращивания, а также увеличение поголовья привело к значительному усилению техногенной и микробиологической нагрузки на организм кроликов, что вызывает нарушение процессов пищеварения, обмена веществ, снижение продуктивности и возникновение кишечных инфекций [9–11].

Наиболее сложным периодом для молодняка кроликов считается отъем от крольчихи. В это время организм кролика подвержен сильному стрессу, возрастает риск заболевания инфекциями вследствие чего снижается интенсивность роста. Наиболее частыми заболеваниями в данный период являются заболевания желудочно-кишечного тракта (D. Licois, 2004; М.К. Гайнуллина, Р.Ф. Галимзянов, 2014 и др.). Известно, что пробиотики способствуют корректированию процессов пищеварения, воздействуют на иммунитет кроликов в результате оптимизации защитных функций организма. В связи с этим проблема изучения эффективности использования различных пробиотиков и их влияния на продуктивность кроликов, качество получаемой продукции, экономические показатели актуальна, имеет научный и практический интерес.

Интенсивное развитие отрасли кролиководства диктует новые требования к качеству кормов и технологии кормления кроликов. В этом вопросе важное значение имеет совершенствование технологии кормления поголовья кроликов, что возможно при использовании научно обоснованных норм питания, более совершенных принципов оценки кормов, при применении биологически активных веществ и других микродобавок, обеспечивающих полноценность рационов [3, 4]. В связи с этим, необходимо качественное изменение характера кормовой базы за счет создания и использования эффективных биологически активных кормовых добавок и препаратов нового поколения, обладающих не только питательной ценностью, но и защитным действием на организм кроликов, способностью оптимизировать метаболические процессы организма, а также лечить и предотвращать заболевания желудочно-кишечного тракта и восстанавливать нормальную микрофлору кишечника (M.S. Tariq, 2005; Г.А. Ноздрин, 2009; Х.Х. Тагиров, Ф.Ф. Вагапов, 2012; Кожевников С.В., 2014; Н.В. Абрамкова, 2015; И.Н. Токарев и др., 2015). Естественные механизмы защиты в большинстве случаев позволяют животным в условиях большой концентрации адекватно реагировать на стрессы, связанные с технологическими приемами выращивания (кормление, содержание и т. д.). Пограничной зоной между внешней и внутренней средой организма является вся поверхность тела, полости внутренних органов и, прежде всего, слизистая желудочно-кишечного тракта, которая непосредственно соприкасается с тем, что животное потребляет в пищу. В этом случае основным защитным барьером от проникновения патогенных представителей флоры и фауны является биопленка на поверхности кишечника, включающая в себя слой слизи и массу пристеночных микроорганизмов. Механизм ее действия связывают с конкурентными взаимодействиями микрофлоры организма животных и поступающей с пищей. Поэтому любое заболевание алиментарного характера чаще всего проявляется

в нарушении количественного и качественного состава микрофлоры пищеварительной системы. В связи с этим выращивание здоровых, обладающих хорошим ростом, животных связано с поддержанием их микробиального баланса в пределах физиологических норм.

Для обеспеченности высококачественными полноценными и безопасными кормами при одновременном снижении их себестоимости, а также в связи с решением задачи ускоренного импортозамещения дорогостоящих добавок и кормовых ферментов, которые являются ключевой позицией при разработке кормовых рационов, перспективен поиск пробиотических добавок с высокой степенью продуцирования метаболитов с антибактериальной активность отечественного производства. Данная проблема становится еще более актуальной в условиях корректировки государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг.».

Решением данной проблемы могут стать инновационные разработки по использованию в кормовых рационах пробиотических комплексов, способствующих улучшению биодоступности питательных веществ комбикормов и повышающих сохранность поголовья без применения в лечебно-профилактических целях антибиотиков.

В кролиководстве все шире стали применять ветеринарные иммунобиологические препараты – пробиотики, необходимые для формирования нормобиоценоза и повышения общей резистентности организма кроликов к воздействию неблагоприятных факторов. Это, прежде всего инфекции, неполноценное кормление, токсичность и микробная загрязненность кормов, неблагоприятные условия содержания, постпрививочные реакции. Хорошо известно, что у кроликов, потребляющих неполноценный корм, снижается резистентность организма и увеличивается риск заболеваемости. Так, микотоксины резко ухудшают состав микрофлоры кишечника и приводят не только к дисбактериозу, но и ослабляют иммунную защиту. Иммунодефицит снижает эффект прививок, возникают постпрививочные осложнения, возрастает активность условно патогенной микрофлоры, повышается процент колибактериозов и диарей разной этиологии. Сегодня нарушение микробиоценоза у кроликов и снижение иммунного ответа организма на различные инфекционные и неинфекционные неблагоприятные факторы – серьезная проблема. Поэтому пробиотические препараты все шире используются для профилактики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта различной этиологии, стимуляции неспецифического иммунитета, восстановления нормальной микрофлоры после лечения различными антимикробными препаратами. Без нормальной микрофлоры невозможны полноценное пищеварение и усвоение пищи, поддержание постоянства внутренней среды организма, его защиты от патогенной микрофлоры [6, 8].

Механизм действия пробиотических препаратов связывают с подавлением патогенной микрофлоры и стимулированием развития полезных микроорганизмов. Несмотря на интенсивное использование в животноводстве их влияние на организм изучено еще недостаточно полно и исследования, направленные на установление влияния пробиотиков на пищеварительную систему и другие органы кроликов, ограничены и фрагментарны [7].

В последнее десятилетие концепция пробиотиков претерпела существенные изменения. Возросло внимание исследователей к структурным компонентам и продуктам метаболизма пробиотических микроорганизмов. Данные изменения связаны с расширением представлений о биологической эффективности пробиотиков и обнаружении того факта, что структурные элементы клеток и их метаболиты в ряде случаев оказываются не менее эффективными. На сегоняшний день выделяется 4 поколения пробиотиков (таблица 1).

Таблица 1.

Классификация поколений пробиотических препаратов

Table 1.

Classification of generations of probiotic preparation

1-е поколение 1 generation	Многокомпонентные препараты, содержащие один штамм бактерий/ Multicomponent preparations containing one strain of bacteria
2-е поколение 2 generation	Самоэлиминирующие антагонисты, к которым относятся представители рода Bacillus, главным образом, B. subtilis / Self-eliminating antagonists, which include members of the genus Bacillus, mainly B. subtilis
3-е поколение 3 generation	Комбинированные препараты, состоящие из нескольких штаммов бактерий (поликомпонентные) или включающие добавки, усиливающие их действие/ Combined preparations consisting of several strains of bacteria (multicomponent) or including additives that enhance their effect
4-е поколение 4 generation	Иммобилизованные на сорбенте (сорбированные) живые бактерии/ Immobilized on sorbent (sorbed) live bacteria

Пробиотики являются неотъемлемым компонентом при организации фармакологического обеспечения в условиях промышленного кролиководства. Действие патогенетических факторов быстро приводит к функциональным срывам со стороны различных систем и органов; в условиях крупномасштабного производства с высокой концентрацией поголовья на ограниченных территориях возникает необходимость многочисленных вакцинаций, что приводит к высокой антигенной нагрузке; вакцинальный и технологический стрессы резко снижают резистентность, способствуют персистенции условно-патогенной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте и других биотопах (легкие, мочеполовые пути, кожный покров); многие живые аттенуированные вакцины (особенно из так называемых горячих штаммов) приводят к прямой колонизации клеток кишечника, респираторной и других систем и к поствакцинальным сдвигам в микрофлоре соответствующих областей; резкое возрастание фармакологической нагрузки на животный организм. Вопреки сложившимся стереотипам нарушать микробиоценоз могут не только антибиотики, антгельминтики и кокцидиостатики, но и корма, воздух, вода, являющиеся дополнительными источниками токсических веществ, пестицидов, которые нарушают слизистую оболочку различных полостей и прямо влияют на микробиоценоз; широкое распространение кормовых микотоксикозов [3].

Научная концепция состоит в разработке системного подхода в комплексном решении проблемы контроля и регулирования сохранности и иммунного статуса и резистентности молодняка кроликов, а также принципов, подходов и методов повышения продуктивности путем создания устойчиво стабильной кормовой базы на основе комплексного использования растительных добавок, пробиотических комплексов в составе биологически полноценных комбикормов с целью решения взаимосвязанных задач и использования ресурсов кролиководства в мясной отрасли.

Цель работы – научное и практическое обоснование повышения продуктивности кроликов на основе использования пробиотических комплексов в составе биологически ценных кормов.

Материалы и методы

Экспериментальная часть исследований состояла из научно-хозяйственных опытов, проведенных на базе ООО «Липецкий кролик», в период 2018–2019 гг., ГНУ ВНИВИПФиТ Россельхозакадемии и центра коллективного пользования ВГУИТ (г. Воронеж).

Научно-хозяйственные опыты были проведены по общепринятым методикам (А.И. Овсянников, 1976) методом сбалансированных групп-аналогов в два периода (подготовительный и учетный). Контрольную и опытные группы формировали из клинически здоровых животных по 100 голов (гибридной формы «Hypharm» французской селекции) в каждой группе. Содержание и кормление кроликов соответствовали зоогигиеническим и зоотехническим нормам. Применялся сухой тип кормления гранулированными комбикормами. Животные контрольной и опытных групп находились в одинаковых условиях содержания и кормления и имели неограниченный доступ к воде.

При проведении опытов учитывали общий расход кормов по группам животных. Количество затраченных кормов определяли еженедельно путем взвешивания задаваемых кормов с последующим пересчетом их энергетической питательности по результатам проведенных анализов.

Динамику живой массы учитывали индивидуальным взвешиванием. Для определения мясной продуктивности провели убой по 3 головы кроликов из каждой группы по методике ВИЖ. На основании проведения обвалки определяли морфологический состав тушки кроликов, и по полученным данным рассчитывали индекс мясности.

Аминокислотный состав определяли по ГОСТ 13496.21–2015 с использованием гидролиза и определения аминокислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Оценку химического состава и биологической ценности, физико-химуэпических показателей мяса кроликов проводили в соответствии с рекомендациями (Антипова Л.В., 2004) [1]. Химический состав устанавливали путем определения в средней пробе мякотной части тушки содержания влаги, белка, жира и золы.

При обработке экспериментальных данных использовали следующие статистические критерии: проверка однородности – критерий Кохрена, значимости коэффициентов уравнения регрессии – критерий Стьюдента, адекватности уравнения – критерий Фишера.

Все рационы для сельскохозяйственных животных в ходе исследований были сбалансированы в соответствии с детализированными нормами кормления НИИЗПК.

Кроликов контрольной группы кормили по схеме полнорационным гранулированным комбикормом ПЗК-92 (на основе зерновых культур, жмыха подсолнечника, пшеничных отрубей, травяной муки из люцерны и премикса КВП П90–1К), опытные группы кроликов получали кормовые рационы на основе комбикорма ПЗК-92, в состав которого вводили пробиотический комплекс «А2» (с содержание $4 \cdot 10^9$ КОЕ/г) в дозировке 0,6 и 1,0 г/ кг комбикорма.

А2 (кормовой пробиотик) – новая пробиотическая кормовая добавка для поддержания и восстановления микрофлоры желудочно-кишечного тракта у сельскохозяйственной птицы. Разработана в сотрудничестве с ведущими институтами РАН и РАСХН. По внешнему виду А2 представляет собой сыпучий порошок, не сбивающийся в комки, от белого до светло-коричневого цвета, без твердых частиц и посторонних включений, со специфическим запахом молочной сыворотки. Гигроскопичен, хорошо растворяется в воде.

А2 содержит лиофильно высушенную биомассу живых спорообразующих бактерии *Bacillus subtilis* ВКМ В-2711D – не менее $2 \cdot 10^9$ КОЕ/грамм и *Bacillus licheniformis* ВКМ В-2713D – не менее $2 \cdot 10^9$ КОЕ/грамм, а также наполнитель – лактозу или сухую молочную сыворотку. Не содержит генно-инженерно-модифицированных организмов.

Результаты и обсуждение

На первом этапе была проведена оценка эффективности использования пробиотического комплекса «А2» в кормовых рационах молодняка кроликов.

Характер и уровень кормления поголовья молодняка кроликов отражен в динамике живой массы. На этапе постановки эксперимента масса кроликов контрольной и опытных групп была практически одинаковой. Динамику живой массы определяли путем взвешивания кроликов каждые 15 суток с момента постановки на опыт. Среднесуточный прирост определяли по разнице в живой массе в начале и в конце периода (15 суток). Мясную продуктивность кроликов определяли по убойной массе и убойному выходу после проведения контрольного убоя в возрасте 120 суток (таблица 2).

По достижении возраста 105 суток кролики контрольной группы характеризовались более низкой живой массой, которая составила 2878 г, в то время как в опытных группах данный показатель имел положительное увеличение и составил 2936 и 2915 г соответственно. Наибольшей живой массой на момент убойного возраста (120 суток) характеризовались кролики 2-й группы (3430 г), получавшие в составе комбикорма пробиотический препарат «А2» в дозировке 0,6 г/кг комбикорма. Аналогичная динамика прослеживается по валовому и среднесуточному приросту, несмотря на более высокую концентрацию колониеобразующих единиц в препарате А2.

Таблица 2.

Динамика живой массы кроликов, г ($X \pm S_x$)

Table 2.

Dynamics of live weight of rabbits, g ($X \pm S_x$)

Возраст, сут Age, days	Group		
	1-я группа (контрольная) / Group 1 (control)	2-я группа (опытная 1) Group 2 (experiment 1)	3-я группа (опытная 2) Group 3 (experiment 2)
		Пробиотический препарат «А2» Probiotic preparation "A2»	
		0,6 г/кг комбикорма 0.6 g/kg of feed	1,0 г/кг комбикорма 1.0 g/kg of feed
1	40,20±0,14	40,50±0,56	40,60±0,49
45	1173,0 ± 10,14	1197,0±18,45	1191,0±17,36
60	1521,0±11,39	1541,0±17,22	1538,0±16,54
75	1930,0±30,49	1926,0±20,84	1910,0±17,93
90	2314,0±30,49	2777,0±22,56	2559,0±21,18
105	2878,0±21,44	2936,0±21,33	2915,0±19,20
120	3200,0±41,29	3430,0±26,21	3365,0±20,74
В % к контролю | In % of control	100,0	107,50	105,15
Сохранность, % | Safety, %	70,00	100,0	90,00

Включение комплексного пробиотика в состав комбикорма повлияло на сохранность поголовья кроликов, при этом наилучший показатель сохранности наблюдался у кроликов 3-й группы, который составил 100%, что связано с усилением общей резистентности организма, а соединения пробиотической природы, возможно, способствовали нормализации процессов пищеварения и, как следствие, улучшению конверсии комбикорма.

В конце опыта был произведен контрольный убой с оценкой морфологического состава согласно общепринятой методике. Наиболее высокая предубойная масса молодняка кроликов была в 2-й группе (3262 г) и по сравнению с контролем больше на 165,7 г, или 5,38% ($P < 0,05$). В опытных группах убойный выход составил 59,65 и 58,70% ($P < 0,01$), что на 3,56 и 4,51% выше, чем в контрольной (55,14%) (таблица 3).

В таблице 4 представлен химический состав мяса кроликов.

Таблица 3.

Убойные качества и морфологический состав тушек кроликов (n = 9)

Table 3.

Slaughter qualities and morphological composition of rabbit carcasses (n = 9)

Показатель Indicator	Группа/ Group		
	1-я группа (контрольная) Group 1 (control)	2-я группа (опытная 1) Group 2 (experiment 1)	3-я группа (опытная 2) Group 3 (experiment 2)
		Пробиотический препарат «А2» Probiotic preparation "A2»	
		0,6 г/кг комбикорма 0.6 g / kg of feed	1,0 г/кг комбикорма 1.0 g / kg of feed
Предубойная живая масса, г Pre-slaughter live weight, g	3079,0±11,12	3262,0±13,19	3144,0±8,34
Масса парной тушки, г Weight of paired carcass, g	1698,0±21,17	1946,0±8,86	1848,0±23,56
По отношению к контролю, % With respect to control, %	100,0	114,60	108,83
Убойный выход, % Slaughter yield, %	55,14 ± 0,45	59,65±0,14	58,70±0,69
Масса жира–сырца, г Weight of raw fat, g	115,5 ± 3,51	114,0±3,35	116,0±3,97
Выход жира–сырца, % The yield of crude fat, %	6,80±0,14	5,85±0,17	6,27±0,25
Масса мякоти, г Pulp weight, g	1189,0 ± 32,10	1469,0±34,76	1352,0±40,12
Выход мякоти, % The output of pulp, %	70,02 ± 0,41	75,48±0,43	73,16±0,34
Масса кости, г Bone weight, g	393,5 ± 3,44	363,0±6,18	380,0±3,14
Выход кости, % The movement of the bones, %	23,17 ± 0,42	18,65±0,32	20,56±0,49
Индекс мясности The index of meat	3,01±0,18	4,04±0,21	3,56±0,12

Таблица 4.

Химический состав средней пробы мяса кроликов, M ± s

Table 4.

The chemical composition of the average sample of meat rabbit, M ± s

Массовая доля Mass fraction	Группа | Group		
	1-я группа (контрольная) Group 1 (control)	2-я группа (опытная 1) Group 2 (experiment 1)	3-я группа (опытная 2) Group 3 (experiment 2)
Влага, % | Water, %	73,31 ± 0,51	72,00 ± 0,15*	71,84 ± 0,20*
СВ, % | DM, %	26,69 ± 0,11	28,00 ± 0,10*	28,16 ± 0,12*
Белок, % | Protein, %	19,40 ± 0,22	21,33 ± 0,18*	21,00 ± 0,15*
Жир, % | Fat, %	6,27 ± 0,30	5,60 ± 0,25*	6,06 ± 0,54*
Зола, % | Ash, %	1,02 ± 0,04	1,07 ± 0,03*	1,10 ± 0,02*

Наибольшее содержание белка, отмечено в мясе кроликов 2-й группы, что, по-видимому, связано с более высокой трансформацией питательных веществ комбикорма под действием пробиотического комплекса «А2» в белковую составляющую мышечной ткани.

Следует отметить, что использование в составе комбикорма исследуемого препарата в дозировке 0,6 г на 1 кг комбикорма позволяет получать мясные ресурсы отрасли кролиководства с более высокими функционально-технологическими показателями, что предполагает более широкие технологические возможности для использования данного мясного сырья при получении линейки продуктов с заданными свойствами.

Применение пробиотического комплекса А2 оказало положительное влияние на функционально-технологические свойства мяса кроликов (таблица 5).

Таблица 5.

Функционально–технологические свойства мяса кроликов, M ± s

Table 5.

Functional and technological properties of rabbit meat, M ± s

Показатель Indicator	Группа | Group		
	1-я группа (контрольная) Group 1 (control)	2-я группа (опытная 1) Group 2 (experiment 1	3-я группа (опытная 2) Group 3 (experiment 2)
Влагосвязывающая способность (ВСС), % Moisture-binding capacity (MBC), %	60,0±0,51	64,50±0,15*	62,20±0,20*
Влагоудерживающая способность (ВУС), % Water-holding capacity (WHC), %	58,50±0,11	61,80±0,10*	60,40±0,12*
Жироудерживающая способность (ЖУС), % Fat-holding capacity (FHC), %	61,15±0,49	64,40±0,74*	63,48±0,46*

Определенный аминокислотный состав средних проб мяса групп кроликов показал, что больше триптофана содержалось у кроликов опытных групп, получавших в составе рациона пробиотические комплексы. Наибольшей величиной белково-качественного показателя характеризовалось мясо кроликов 2-й группы, что свидетельствует о большей полноценности мяса.

Мясо кроликов, выращенных с использованием пробиотического препарата «А2», в составе комбикорма (таблица 6) содержит изолейцин, триптофан, фенилаланин и тирозин в значительных количествах, что указывает на протеиновую ценность мяса кроликов опытных групп.

Таблица 6.

Показатели биологической ценности средней пробы мышечной ткани подопытных кроликов

Table 6.

Indicators of biological value of the average sample of rabbit muscle tissue

Аминокислоты Amino acid	Группа/ Group					
	1-я группа (контрольная) Group 1 (control)		2-я группа (опытная 1) Group 2 (experiment 1)		3-я группа (опытная 2) Group 3 (experiment 2)	
	Amino acid content, mg/1 g protein	Scor, %	Amino acid content, mg/1 g protein	Scor, %	Amino acid content, mg/1 g protein	Scor, %
Валин | Valine	49,8	99,6	51,3	103,0	49,5	99,0
Изолейцин | Isoleucine	43,5	109,0	44,4	111,0	44,0	110,0
Лейцин | Leucine	87,0	124,0	86,1	122,7	85,5	122,0
Лизин | Lysine	94,0	171,0	93,9	171,0	94,0	171,0
Метионин + цистин Methionine + cystine	45,2	129,0	44,9	128,0	44,0	126,0
Треонин | Threonine	49,0	123,0	48,4	121,0	48,0	102,0
Триптофан | Tryptophan	10,7	107,0	11,6	116,0	11,0	110,0
Фенилаланин+ тирозин Phenylalanine +tyrosine	79,8	133,0	82,4	137,0	81,0	135,0
КРАС, % Coefficient of difference of amino acid score, %	23,80		19,90		22,10	
БЦ, % | biological value, %	76,20		80,10		77,90	

Аминокислотный скор и показатели биологической ценности рассчитаны относительно идеального белка по шкале ФАО/ВОЗ 2011 г.

Проведенная органолептическая оценка мяса и бульона кроликов контрольной и опытных групп (рисунок 1) показала положительное влияние пробиотического комплекса «А2» на формирование вкусо-ароматического профиля как вареного мяса, так и бульона.

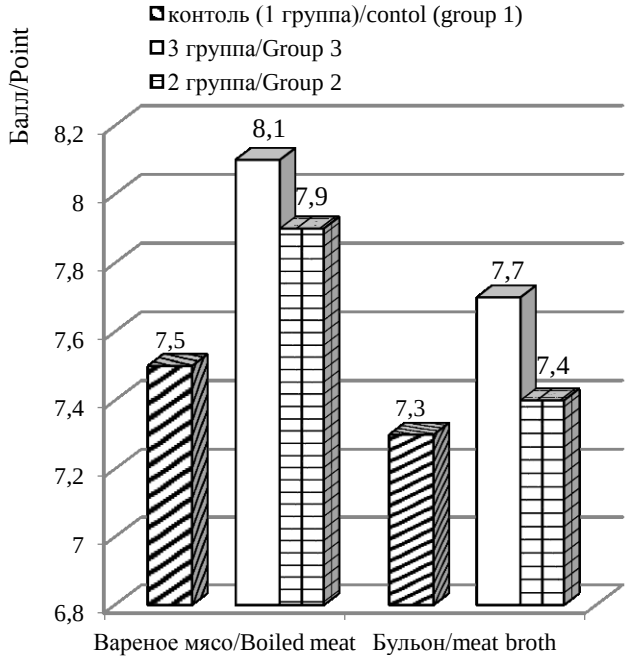


Рисунок 1. Дегустационная оценка вареного мяса и бульона, полученного от подопытных кроликов

Figure 1. Tasting evaluation of whole meat and broth obtained from sub-experiment rabbits

В результате проведенной дегустации было определено, что наибольшей балльной оценкой характеризовались образцы вареного мяса и бульона, полученного от тушек 3-й группы, которые имели 8,1 и 7,7 балла соответственно.

В условиях постоянного наращивания объемов производства и, как следствие, усиления концентрации поголовья на единицу площади создаются стрессовые нагрузки на организм животного, что в итоге приводит к снижению экономической эффективности производства крольчатины. В таблице 7 представлены расчеты экономической эффективности выращивания молодняка кроликов на фоне использования в составе комбикорма пробиотического комплекса А2 в оптимально подобранной дозировке (0,6 г/кг комбикорма).

Используемая дозировка пробиотического комплекса «А2» позволила повысить выход тушки на 4,12% при снижении затрат корма на 1,42 ЭКЕ. Было достигнуто увеличение прибыли на 3616,0 р. и уровня рентабельности (до 35%) на 12% по отношению к контрольной группе (23%).

Таблица 7.

Расчет экономической эффективности выращивания молодняка кроликов при использовании пробиотических комплексов в составе комбикорма

Table 7.

Calculation of economic efficiency of growing young rabbits using probiotic complexes in the feed

Показатель | Indicator	Группа | Group	
	1-я группа (контрольная) Group 1 (control)	2-я группа (с вводом «А2» в дозировке 0,6 г/кг комбикорма) Group 2 (with the introduction «A2» at a dosage of 0.6 g / kg of feed)
1	2	3
Поголовье кроликов, голов | Number of rabbits, heads	100	100
Живая масса всего поголовья, кг | Live weight of all livestock, kg:		
– при постановке на опыт – when setting experiment	151,7	154,1
– в конце опыта | end of experiment	333,8	344,0
Выход тушки, % | Output of carcass, %	55,14	59,65
Масса одной тушки, г | Weight of one carcass, g	1698,0	1946,0
Дополнительный прирост живой массы, кг Additional live weight gain, kg	182,10	189,90
Стоимость дополнительного прироста, р. cost of additional growth, RUB.	17433,0	16718,4
Затраты ЭКЕ на прирост 1 кг живой массы, кг cost of energy feed units to increase 1 kg of live weight, kg	6,55	5,16
Затраты ЭКЕ на 1 кг убойной массы, кг Costs of energy feed units per 1 kg of slaughter weight, kg	9,22	5,95
Получено мяса, кг | Received meat, kg	129,3	140,90
Стоимость 1 кг комбикорма, р. cost of 1 kg of feed, RUB.	14,90	17,20
Питательная ценность комбикорма, ЭКЕ Nutritional value of feed, energy feed units	1,02	1,01
Расход корма на весь прирост живой массы, ЭКЭ Feed consumption for all live weight gain, energy feed units	1193,4	981,72

Продолжение табл.7 | Continuation of table 7

1	2	3
Дополнительные затраты по пробиотическим комплексам, р. Additional costs for probiotic complexes, RUB	-	483,90
Затраты на содержание основных средств, р. Maintenance costs of fixed assets, RUB	12000,0	12000,0
Затраты на комбикорма, р. | Feed costs, RUB	17433,0	17202,3
Затраты на выращивание всего, р. | Cost of growing, RUB.	29433,0	29202,3
Реализационная стоимость 1 кг мяса, руб. | Realizable value of 1 kg of meat, RUB.	280,0	280,0
Выручено от реализации мяса, р. | Proceeds from sale of meat, RUB.	36204,0	39452,0
Прибыль, р. | Profit, RUB	6771,0	10249,7
Уровень рентабельности, % | Level of profitability, %	23,00	35,09

Заключение

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что использование в составе полнорационных комбикормов пробиотического комплекса А2, обладающего способностью к повышению резистентности и физиологического статуса организма объектов разведения, способствует повышению сохранности и продуктивности поголовья кроликов при одновременном повышении экономической эффективности. При использовании оптимальной дозировки используемого пробиотического комплекса достигается 100%-ная сохранность поголовья, увеличивается убойный выход на 4,51% и уровень рентабельности на 12%, что создает предпосылки для широкомасштабного использования данной кормовой добавки в условиях промышленных комплексов отрасли кролиководства.

ЛИТЕРАТУРА

1 Антипова Л.В, Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. Москва: КолосС, 2004. 571 с.

2 Антипова Л.В., Попова Я.А., Черкасова А.В. Оценка свойств мяса кролика как сырья для производства функциональных продуктов // Вестник ВГУИТ. № 1. 2019. С. 231–236.

3 Калугин Ю.А., Фаворская Е.Е., Павлинова К.А. Потребление корма и обменной энергии карликовыми пуховыми кроликами // Кролиководство и звероводство. 2012. № 5. С. 20.

4 Курчаева Е.Е, Востроилов А.В., Артемов Е.С. Повышение мясной продуктивности и физиологического статуса кроликов на фоне применения пробиотических добавок // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2018. № 2 (11). С. 112–121.

5 Молоканова Л.В., Попова Я.А. Белковая ценность мяса кроликов как сырья для получения копчёных колбас // Материалы Международной научно-практической конференции в рамках ежегодных Чаяновских чтений «Перспективные научные исследования и разработки в кооперативном секторе экономик», 19 ноября 2015 г. Часть 2. Ярославль-Москва: Канцлер, 2015. С. 180–182.

6 Черненков Е.Н., Миронова И.В., Гизатов А.Я. Влияние скармливания препарата Биогумитель на убойные качества и морфологический состав туши кроликов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014.№. 4 (48). С. 146–148.

7 Хайруллин Д.Д., Егоров В.И., Халикова К.Ф., Алеев Д.В. и др. Изучение действия пробиотика "Биосок+" на кроликах при длительном применении // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2019. Т. 237. № 1. С. 194–198.

8 Kurchaeva E.E., Vostroilov A.V., Artemov E.S., Kashirina N.A. et al. Probiotic preparation to increase meat productivity and physiological status of the rabbits // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. V. 9. № 5. P. 2239–2247.

9 Palazzo M., Vizzarri F., Nardoia M., Casamassima D. et al. Dietary lippia citriodora extract in rabbit feeding: effects on quality of carcass and meat // Archiv fur Tierzucht. 2015. V. 58. № 2. P. 355–364.

10 Sarbatova N.Yu., Frolov V.Yu., Ruleva T.A., Sycheva O.V. et al. Complex assessment of meat efficiency and quality of meat rabbit breed “Chinchilla” // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. V. 8. № 1. P. 1091–1095.

11 Wang J., Li G., Chen S., Jia X. et al. A novel single nucleotide polymorphism of the pou1f1 gene associated with meat quality traits in rabbits // Annals of Animal Science. 2015. V. 15. № 3. P. 611–620.

REFERENCES

1 Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Methods of research of meat and meat products. Moscow, Koloss, 2004. 571 p. (in Russian).

2 Antipova, L.V., Popova I.A., Cherkasova V.A. evaluation of the properties of rabbit meat as raw material for the production of functional foods. Proceedings of VSUET. 2019. no. 1. pp. 231–236. (in Russian).

3 Kalugin Yu.A., Favorskaya E.E., Pavlinova K.A. Consumption of feed and metabolic energy by dwarf downy rabbits. Rabbit breeding and fur farming. 2012. no. 5. pp. 20. (in Russian).

4 Kurchaeva E.E, Vostroilov A.V., Artemov E.S. the Increase in meat productivity and physiological status of the rabbits on the background of the use of probiotic supplements. Technology and merchandising of agricultural products. 2018.

no. 2 (11). pp. 112–121. (in Russian).

5 Molokanova L.V., Popova Ya.A. The Protein value of rabbit meat as raw material for smoked sausages. Proceedings of International scientific-practical conference in the framework of the annual Chanowski readings "Promising research and development in cooperative sector of economy", 19 November 2015. Part 2. Yaroslavl-Moscow, Kantsler, 2015. pp. 180–182. (in Russian).

6 Chernenkov E.N., Mironova I.V., gizatov A.J. Influence of feeding of the drug Biohemical on carcass quality and morphological composition of carcasses of rabbits. Proceedings of the Orenburg state agrarian University. 2014. № 4 (48). pp. 146–148. (in Russian).

7 Khairullin D.D., Egorov V.I., Khalikova K.F., Aleev D.V. et al. Study of the action of probiotic "Biosok+" on rabbits with long-term use. Scientific notes of the Kazan state Academy of veterinary medicine. N.E. Bauman. 2019. vol. 237. no. 1. pp. 194–198. (in Russian).

8 Kurchaeva E.E., Vostroilov A.V., Artemov E.S., Kashirina N.A. et al. Probiotic preparation to increase meat productivity and physiological status of the rabbits. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. vol. 9. no. 5. pp. 2239–2247.

9 Palazzo M., Vizzarri F., Nardoia M., Casamassima D. et al. Dietary lippia citriodora extract in rabbit feeding: effects on quality of carcass and meat. Archiv fur Tierzucht. 2015. vol. 58. no. 2. pp. 355–364.

10 Sarbatova N.Yu., Frolov V.Yu., Ruleva T.A., Sycheva O.V. et al. Complex assessment of meat efficiency and quality of meat rabbit breed "Chinchilla". Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. vol. 8. no. 1. pp. 1091–1095.

11 Wang J., Li G., Chen S., Jia X. et al. A novel single nucleotide polymorphism of the pou1f1 gene associated with meat quality traits in rabbits. Annals of Animal Science. 2015. vol. 15. no. 3. pp. 611–620.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лариса И. Лыткина д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, larissaig2410@rambler.ru

Евгения С. Шенцова д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, evgeniya-shencova@yandex.ru

Александр В. Востроилов д.с.-х.н., профессор, кафедра частной зоотехнии, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 397087, Россия, alexandervostroilov@yandex.ru

Елена Е. Курчаева к.т.н., доцент, кафедра частной зоотехнии, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 397087, Россия, alena.kurchaeva@yandex.ru

Светлана В. Калашникова к.с-х.н., доцент, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 397087, Россия, ipk.kalashnikova@mail.ru

Игорь В. Максимов к.с-х.н., доцент, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 397087, Россия, maximus880@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 24.05.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.06.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Larisa I. Lytkina Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, larissaig2410@rambler.ru

Evgenia S. Shentsova Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, evgeniya-shencova@yandex.ru

Alexander V. Vostroilov Dr. Sci. (Agric.), private zootechnics department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia, alexandervostroilov@yandex.ru

Elena E. Kurchaeva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, private animal husbandry department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia, alena.kurchaeva@yandex.ru

Svetlana V. Kalashnikova Cand. Sci. (Agric.), associate professor, technology of storage and processing of agricultural products department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia, ipk.kalashnikova@mail.ru

Igor V. Maksimov Cand. Sci. (Agric.), associate professor, technology of storage and processing of agricultural products department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia, maximus880@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.24.2019

ACCEPTED 6.10.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 663.11

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-218-222

Исследование особенностей биосинтеза бета–глюканов в мицелиальной массе Aspergillus niger и в некондиционном зерне злаковых

Байрта С. Манжиева [1] bmanzhieva@gmail.com
Наталья Ю. Шарова [1, 2] natalya_sharova1@mail.ru

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Литейный пр-т, 55, Санкт-Петербург, 191014, Россия

[2] Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Кронверкский пр., 49, Санкт-Петербург, 197101, Россия

Аннотация. На данный момент представляется актуальной переработка мицелиальной массы как отхода производства лимонной кислоты и некондиционного зерна, так как существует проблема утилизации отходов производства. В свою очередь, переработка отходов дает возможность выделения ряда уникальных соединений, таких, как глюкан и хитин. Интерес представляет клеточная стенка микромицетов. Ее основные структурные полисахариды (хитин и глюкан) образуют комплекс, получивший название хитин-глюканового комплекса. Причем содержание хитина в микромицетах выше, чем в традиционном сырье - панцирях морских ракообразных. Мицелиальная масса микромицета *Aspergillus niger* является перспективным источником глюкана и хитина. Биомасса *Aspergillus niger* и некондиционное зерно злаковых содержат растворимые пищевые волокна- бета-глюканы. Они способствуют снижению риска сердечно-сосудистых заболеваний за счет уменьшения уровня холестерина, контролируют содержание глюкозы в крови, что очень важно для больных сахарным диабетом. Кроме того, из-за способности бета-глюканов образовывать вязкие гели эти химические вещества замедляют всасывание сахаров. Благодаря этому наблюдается снижение гликемического индекса продуктов. Наибольший интерес представляют глюканы микробного происхождения. Помимо структурных особенностей (более функционально активные β-1,3/1,6-связи) преимуществом бета-глюканов, полученных из биомассы, является более высокий показатель количественного выхода растворимых форм, которые интересны не только в области пищевой промышленности, но и в медицине. Цель данной работы – изучение влияния различных источников углерода (сырье) на биосинтез глюкансодержащих соединений и их производных микромицетом *Aspergillus niger*. В результате исследований установлено, что наибольшую эффективность представляет собой биомасса на гидролизате кукурузного крахмала, в ней отмечено высокое содержание бета-глюканов.

Ключевые слова: бета-глюканы, хитин-глюкановый комплекс, пищевые волокна, биомасса, гидролизат, зерно, ферменты

Researching of features byosinthesis beta-glucans in the micelial mass Aspergillus niger and in non-conditional cereal grains

Baiyrta S. Manzhieva [1] bmanzhieva@gmail.com
Natalya Yu. Sharova [1, 2] natalya_sharova1@mail.ru

[1] All-Russian Research Institute for Food Additives – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Litejny`j Av., 19, St. Petersburg, 191014, Russian Federation

[2] St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Kronverksky Av., St. Petersburg, 197101, Russian Federation

Abstract. At the moment, it seems relevant to process mycelial mass as a waste product of citric acid and substandard grain, since there is a problem of recycling production waste. In turn, waste processing makes it possible to isolate a number of unique compounds, such as glucan and chitin. Of interest is the cell wall of micromycetes. Its main structural polysaccharides (chitin and glucan) form a complex called the chitin-glucan complex. Moreover, the content of chitin in micromycetes is higher than in traditional raw materials - shells of marine crustaceans. The mycelial mass of *Aspergillus niger* micromycete is a promising source of glucan and chitin. *Aspergillus niger* biomass and substandard cereal grains contain soluble dietary fiber-beta-glucans. They help reduce the risk of cardiovascular disease by lowering cholesterol, control blood glucose, which is very important for patients with diabetes. In addition, because of the ability of beta-glucans to form viscous gels, these chemicals slow down the absorption of sugars. Due to this, there is a decrease in the glycemic index of products. Of greatest interest are glucans of microbial origin. In addition to structural features (more functionally active β-1,3 / 1,6-bonds), the advantage of beta-glucans derived from biomass is a higher quantitative yield of soluble forms, which are interesting not only in the food industry, but also in medicine . The aim of this work is to study the effect of various carbon sources (raw materials) on the biosynthesis of glucan-containing compounds and their derivatives *Aspergillus niger* micromycetes. As a result of studies, it was found that the biomass on the corn starch hydrolyzate is the most effective, it contains a high content of beta-glucans.

Keywords: beta-glucans, chitin glucan complex, food fibers, biomass, hydrolisat, grain, enzimes

Для цитирования

Манжиева Б.С., Шарова Н.Ю. Исследование особенностей биосинтеза бета–глюканов в мицелиальной массе Aspergillus niger и в некондиционном зерне злаковых // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 218–222. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-218-222

For citation

Manzhieva B.S., Sharova N.Yu. Researching of features byosinthesis beta-glucans in the micelial mass Aspergillus niger and in non-conditional cereal grains. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 218–222. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-218-222

Введение

Пищевые волокна на сегодняшний день являются одними из самых востребованных и широко применяемых пищевых ингредиентов благодаря их функциональным свойствам [1]. Они используются как технологические добавки, изменяющие структуру и химические свойства пищевых продуктов, и как универсальные функциональные ингредиенты [2].

Потребность населения России в пищевых волокнах примерно 1,5 млн тонн в год, причем удовлетворяется она только на треть за счет муки грубого помола, зерна, овощей и фруктов. Поэтому чрезвычайно актуально создание промышленных технологий получения пищевых волокон [3].

Среди пищевых волокон можно выделить бета-глюканы. Они являются одними из перспективных биологически активных соединений, которые можно использовать для обогащения повседневных пищевых продуктов и придания им новых функциональных свойств [4]. Экстракты, содержащие бета-глюканы, – одни из наиболее изученных растворимых пищевых волокон, известны своим положительным влиянием на здоровье человека [2]. Из-за способности бета-глюканов образовывать вязкие гели эти химические вещества замедляют всасывание сахаров. Благодаря этому наблюдается снижение гликемического индекса продуктов [1].

Перспективным источником глюканов является отход микробиологического синтеза лимонной кислоты – мицелиальная масса микромицета *Aspergillus niger*. Данный микромицет обладает высоким содержанием хитин-глюканового комплекса (ХГК), а это зависит от субстрата и способа культивирования [5]. Образование глюканов происходит именно в мицелии, а образование хитина – в спорах и спороносцах. Вследствие морфологических и онтогенетических особенностей продуцента, а также в зависимости от используемого источника углерода происходит большее образование глюканов [6].

Бета-глюканы – это водорастворимые пищевые волокна. Они способствуют снижению риска сердечно-сосудистых заболеваний за счет уменьшения уровня холестерина, контролируют содержание глюкозы в крови, улучшают работу кишечника и контролируют аппетит, стимулируя насыщение. В косметологии применяются для улучшения состояния кожи и ее омоложения за счет усиления синтеза коллагена и укрепления кровеносных сосудов [7].

Некондиционное зерно злаковых представляет интерес для пищевой промышленности. Из него получают сахаро- и белоксодержащие продукты, а также кормовые добавки. Помимо этого оно является источником макро- и микроэлементов, необходимых для роста и развития микроогранизмов [8].

Ранее во ВНИИПД в качестве источника бета-глюканов были исследованы зерно ржи и биомасса, полученная при его ферментации [9].

Цель работы – изучение влияния различных источников углерода (сырье) на биосинтез глюксодержащих соединений и их производных микромицетом *Aspergillus niger*.

Объекты и методы

Объектами исследования являлись образцы мицелиальной массы микромицета *Aspergillus niger*, полученные при ферментации мелассных сред, традиционно используемых в биотехнологическом производстве, и перспективных источников – гидролизатов кукурузного крахмала и помола зерна ржи. Также использовалось измельченное зерно (помол, размер частиц 750 ± 50 мкм) нестандартного качества: рожь озимая Омского региона 4-го класса, овес Ленинградской области и сорго регион произрастания – Краснодарский край, зерно не соответствует требованиям ГОСТ 16990–2017, ГОСТ 28673–90, ГОСТ 53902–2010. По показателям «массовая доля влаги» – 17 ± 2% (более 14%), «сорная примесь» – 8 ± 2% (более 5%), «зерновая примесь» – в основном проросшие зерна и зёрна других культур 45 ± 2% (более 15%), с содержанием крахмала ниже 50%.

Ферментацию углеводсодержащих субстратов микромицетом *Aspergillus niger* проводили в условиях шейкера-инкубатора Multitron (INFORS, Швейцария): вместимость качалочных колб 750 см^3, периодический способ, аэробные условия при перемешивании 160–220 мин$^{-1}$, t = 32 ± 1° С, τ = 120 ч.

Определение бета-глюканов в мицелиальной массе *Aspergillus niger* и в растительном сырье проводили в соответствии с ГОСТ 57513–2017.

Для проведения ферментативного гидролиза зерновых помолов и микробной биомассы в качестве биокатализаторов использовали *β*-глюканазу (эндо–1,3(4)–глюканаза) *Trichoderma longibrachiatum* (Sigma Aldrich, США) для продукции растительного происхождения и ксиланазу Rohament GE (AB Enzymes, Германия) – для продукции микробиологического происхождения.

Содержание глюкозы, мальтозы, декстринов (углеводный состав) в гидролизатах зерновых помолов и гидролизатах микробной биомассы определяли методом Зихерда-Блэйера, в модификации Смирнова [10].

Результаты и обсуждение

В результате проведенного опыта была засвидетельствована высокая эффективность использования *Aspergillus niger* для получения бета-глюканов, в особенности на гидролизате кукурузного крахмала.

В процессе онтогенеза *Aspergillus niger* изменяется как количественное содержании ХГК, так и его состав. Исследования проводились на питательных средах различного состава, а именно крахмалсодержащих (гидролизаты кукурузного крахмала и помола зерна ржи) и мелассных. При этом отмечено, что наибольшее количество ХГК образуется на питательной среде – гидролизате крахмала.

По литературным данным отмечена следующая тенденция: наряду с увеличением содержания ХГК при ферментации гидролизата крахмала наблюдается увеличение содержания бета-глюкана в клетках продуцента [6].

Результаты исследований показали, что содержание бета-глюкана больше в биомассе на кукурузном крахмале по сравнению с биомассой на мелассной среде (Рисунок 1.).

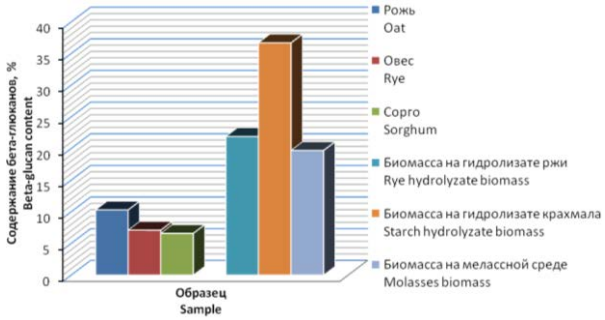


Рисунок 1. Общее содержание бета-глюканов

Figure 1. Summary content of beta-glucans

В научном и практическом аспекте интерес представляют растворимые формы углеводов. Ранее полученные результаты исследований показали [9], что в жидкой фракции после гидролиза ХГК содержание бета-глюканов больше в гидролизате биомассе, полученной при ферментации кукурузного крахмала (таблица 1).

Для сравнения приведены данные, полученные при культивировании аспергилла на средах, содержащих сахарозу (мелассная и сахарозоминеральная) (таблица 2). Сахар кристаллический и меласса содержат в основном дисахарид сахарозу. Вероятно, для биосинтеза бета-глюканов предпочтительнее наличие полисахаридов, в частности амилозы и амилопектина, в случае использования гидролизата крахмала. Биомасса, полученная при культивировании аспергилла на гидролизате помола зерна ржи, представляет собой сложную систему, которая содержит микробные бета-глюканы и растительные глюканы, не усвоенные самим микромицетом в процессе роста и развития.

Таблица 1.

Содержание растворимых углеводов в жидкой фракции гидролизата ХГК из биомассы микромицета *Aspergillus niger* β-глюканазой *T. Longibrachiatum*

Table 1.

Content of soluble carbohydrates in liquid fraction of HCG hydrolyzate from biomass of *Aspergillus niger* micromycete β-glucanase *T. Longibrachiatum*

Компонент Component	Содержание сахаридов от общего количества растворимых углеводов, % Saccharide content of total soluble carbohydrates, %	
	Моно- и дисахариды Mono- and disaccharides	Бета-глюканы Beta-glucans
Гидролизат крахмала Starch hydrolysate	47 ± 3	50 ± 1
Меласса свекловичная Molasses	65 ± 2	34 ± 1
Сахар кристаллический Crystalline sugar	57 ± 2	41 ± 2

В сравнительном аспекте помимо биомассы микробного происхождения исследовали содержание бета-глюканов в природном сырье: измельченном зерне злаковых, а именно, ржи, овса и сорго (таблица 2).

Таблица 2.

Химический состав крахмалосодержащего сырья

Table 2.

Chemical composition of starch-containing raw materials

Компонент Component	Содержание компонентов в сырье, % от СВ* Content of components in raw materials, %		
	Овес Oat	Рожь Rye	Сорго Sorghum
Литературные данные (зерно стандартного качества) [15-16] Reference data (standard quality grain)			
Крахмал Starch	61	65	70
Бета-глюканы Beta-glucans	7,4	8,5	6,2
Растворимые углеводы Soluble carbohydrates	4,5	3,5	3,5
Экспериментальные данные Experimental data			
Крахмал Starch	48	45	42
Бета-глюканы Beta-glucans	7,2	10,2	6,5
Растворимые углеводы Soluble carbohydrates	5,0	6,5	4,0

Зерновое сырье содержит значительное количество как альфа-глюканов, так и бета-глюканов. Результаты исследований показали, что наибольшее количество глюкана образуется в зерне ржи, а в зерне сорго – наоборот (рисунок 1). Возможно, зерно ржи является более доступным источником субстратов для используемых в эксперименте ферментов с различной специфичностью действия, чем зерно сорго. Кроме того, в состав оболочек зерна сорго входят дубильные вещества – танины, которые могут негативно влиять на процесс ферментативного гидролиза.

Заключение

В результате проведенного опыта было установлено следующее:

- биосинтез глюканов происходит продуктивнее в сырье микробиологического происхождения;
- так как в процессе культивирования микромицета в его клеточной стенке формируется прочный по структуре комплекс глюкана с хитином, то глюкан микробного происхождения более устойчив к воздействию внешних факторов.

Наибольший интерес представляют глюканы микробного происхождения. Помимо структурных особенностей (более функционально активные β-1,3/1,6–связи) преимуществом бета-глюканов, полученных из биомассы, является более высокий показатель количественного выхода растворимых форм, которые интересны не только в области пищевой промышленности, но и в медицине. В перспективе микробную массу можно рассматривать в качестве альтернативного источника глюканов для их промышленного получения из отходов микробиологического производства. Интерес представляют эксперименты с другими крахмалсодержащими источниками растительного происхождения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Саломатов А.С. Получение β-глюкана из ячменя методом кислотной экстракции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 6. С. 130–135.

2 Фриуи М., Гарчеу Л., Опря О., Шамцян М.М. Влияние грибного экстракта, содержащего бета-глюканы, на реологические характеристики хлебного теста // Вестник МАХ. 2018. № 3. С. 53–61.

3 Типсина Н.Н., Присухина Н.В. Пищевые волокна в кондитерском производстве // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2009. № 9. С. 166–171.

4 Броновец И.Н. Пищевые волокна – важная составляющая сбалансированного здорового питания // Медицинские новости. 2015. №10. С. 46–48.

5 Феофилова Е.П. Клеточная стенка грибов: современные представления о составе и биологической функции // Микробиология. 2010. Т. 79. № 6. С. 723–733.

6 Андреев Н.Р., Баталова Г.А., Носовская Л.П., Адикаева Л.В. и др. Оценка технологических свойств некоторых сортов голозерного овса, как сырья для производства крахмала // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 1 (17). С. 83–89.

7 Шарова Н.Ю., Принцева А.А., Манжиева Б.С., Выборнова Т.В. Ферменты гидролитического действия в технологиях переработки некондиционного крахмалсодержащего сырья // Пищевая промышленность. 2019. № 4. С. 115–117.

8 Redaeli R., Sgrulletta D., Scalfati G., Destefanis E. et al. Naked oats for improving human nutrition: genetic and agronomic variability of grain bioactive components // Crop Sci. 2009. № 49. P. 1431–1437.

9 Mitsou E.K., Panopoulou N., Turunen K., Spiliotis V. et al. Prebiotic potential of barley derived b-glucan at low intake levels: a randomised, double-blinded, placebocontrolled clinical study // Food Research International. 2010. V. 43(4). P. 1086–1092.

10 Tiwari U., Cummins E. Dietary exposure assessment of β-glucan in a barley and oat based bread // LWT – Food Science and Technology. 2012. V. 47. № 2. P. 413–420.

11 Sullivan P., Arendt E., Gallagher E. The increasing use of barley and barley by-products in the production of healthier baked goods // Trends in Food Science & Technology. 2013. V. 29. № 2. P. 124–134.

12 Ganssman W., Vorwerck K. Oat milling processing and storage // The Oat crop: Production and utilization; ed. R.W. Welch. London: Chapman and Hall, 1995. P. 369–408.

13 Трегубов Н.Н., Костенко В.Г. Технохимический контроль крахмало-паточного производства. М.: ВО «Агропромиздат», 1991. 123 с.

14 Шарова Н.Ю., Позднякова Т.А., Выборнова Т.В. Хранение и переработка сельхозсырья. Крахмалсодержащие продукты переработки зерна ржи для биосинтеза лимонной кислоты // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. №7. С. 56–58.

15 Алабушев А.В., Ковтунов В.В., Лушпина О.А. Сорго зерновое – перспективное сырьё для производства крахмала // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 7. С. 64–66.

16 Лоскутов И.Г., Полонский В.И. Селекция на содержание β-глюканов в зерне овса как перспективное направление для получения продуктов здорового питания, сырья и фуража (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 4. С. 646–657.

REFERENCES

1 Salomatov A.S. Obtaining β-glucan from barley by acid extraction. Bulletin of Altai State Agrarian University. 2015. no. 6. pp. 130–135. (in Russian).

2 Friui M., Garcheu L., Oprya O., Shamcyan M.M. The effect of mushroom extract containing beta-glucans on rheological characteristics of bread dough. Bulletin MAH. 2018. no. 3. pp. 53–61. (in Russian).

3 Tipsina N.N., Prisuhina N.V. Dietary fiber in confectionery industry. The Bulletin of KrasGAU. 2009. no. 9. pp. 166–171. (in Russian).

4 Bronovec I.N. Dietary fiber is an important component of a balanced, healthy diet. Medical news. 2015. no. 10. pp. 46–48. (in Russian).

5 Feofilova E.P. Mushroom cell wall: current understanding of composition and biological function. Microbiology. 2010. vol. 79. no. 6. pp. 723–733. (in Russian).

6 Andreev N.R., Batalova G.A., Nosovskaya L.P., Adikaeva L.V. et al. Assessment of the technological properties of some varieties of glazed oats as raw materials for the production of starch. Legumes and cereals. 2016. no. 1 (17). pp. 83–89. (in Russian).

7 Sharova N.Yu., Princeva A.A., Manzhieva B.S., Vybornova T.V. Hydrolytic enzymes in processing technology of substandard starch-containing raw materials. Food Industry. 2019. no. 4. pp. 115–117. (in Russian).

8 Redaeli R., Sgrulletta D., Scalfati G., Destefanis E. et al. Naked oats for improving human nutrition: genetic and agronomic variability of grain bioactive components. Crop Sci. 2009. no. 49. pp. 1431–1437.

9 Mitsou E.K., Panopoulou N., Turunen K., Spiliotis V. et al. Prebiotic potential of barley derived b-glucan at low intake levels: a randomised, double-blinded, placebocontrolled clinical study. Food Research International. 2010. vol. 43 (4). pp. 1086–1092.

10 Tiwari U., Cummins E. Dietary exposure assessment of β-glucan in a barley and oat based bread. LWT – Food Science and Technology. 2012. vol. 47. no. 2. pp. 413–420.

11 Sullivan P., Arendt E., Gallagher E. The increasing use of barley and barley by-products in the production of healthier baked goods. Trends in Food Science & Technology. 2013. vol. 29. no. 2. pp. 124–134.

12 Ganssman W., Vorwerck K. Oat milling processing and storage. The Oat crop: Production and utilization; ed. R.W. Welch. London: Chapman and Hall, 1995. pp. 369–408.

13 Tregubov N.N., Kostenko V.G. Technochemical control of starch and syrup production. Moscow, VO "Agropromizdat", 1991. 123 p. (in Russian).

14 Sharova N.Yu., Pozdnyakova T.A., Vybornova T.V. Storage and processing of agricultural raw materials. Starch-containing rye grain processing products for the biosynthesis of citric acid. Storage and processing of agricultural raw materials. 2009. no. 7. pp. 56–58. (in Russian).

15 Alabushev A.V., Kovtunov V.V., Lushpina O.A. Grain sorghum - a promising raw material for production of starch. Achievements of science and technology of agribusiness. 2016. vol. 30. no. 7. pp. 64–66. (in Russian).

16 Loskutov I.G., Selection for the content of β-glucans in oat grain as a promising direction for obtaining healthy foods, raw materials and fodder (review). Agricultural biology. 2017. vol. 52. no. 4. pp. 646–657. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Байрта С. Манжиева м.н.с., лаборатория биотехнологии и пищевых микроингредиентов, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Литейный пр-т, 55, Санкт-Петербург, 191014, Россия, bmanzhieva@gmail.com

Наталья Ю. Шарова д.т.н., профессор, гл.н.с., лаборатория биотехнологии и пищевых микроингредиентов, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН), Литейный пр-т, 55, Санкт-Петербург, 191014, Россия, natalya_sharova1@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 11.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Baiyrta S. Manzhieva junior research scientist, laboratory of biotechnology and food microingredients, All-Russian Research Institute for Food Additives – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Kronverksky Av., St. Petersburg, 197101, Russian Federation, bmanzhieva@gmail.com

Natalya Yu. Sharova Dr. Sci. (Engin.), professor, chief research scientist, laboratory of biotechnology and food microingredients, All-Russian Research Institute for Food Additives – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Kronverksky Av., St. Petersburg, 197101, Russian Federation, natalya_sharova1@mail.ru

CONTRIBUTION

The authors were equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.11.2019

ACCEPTED 5.10.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.6/7

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-223-229

Разработка овощной продукции профилактического назначения с белковыми обогатителями

Ирина А. Богоносова [1] bogonosovaia@mgutm.ru
Анна Т. Васюкова [1] vasyukova-at@yandex.ru

[1] Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия

Аннотация. Методом подбора компонентов были выявлены перспективные композиции для обогащения традиционных рецептур овощных запеканок. В качестве перспективных компонентов выбраны баклажаны, кабачки, яблоки и тыква. Для использования овощного сырья при производстве запеканок был изучен химический состав и пищевая ценность перспективного сырья, определена стоимость разработанной продукции. В качестве белкового обогатителя использована смесь белковая композитная сухая. В результате исследований получена характеристика микробиологических, органолептических показателей и пищевой ценности овощных запеканок. Установлено, что пищевая и энергетическая ценность всех разработанных образцов по содержанию основных пищевых веществ имеет более высокие значения: белков – на 169,9–295,22%; жиров – на 85,4–218%; углеводов – на 13,57–26,68% по сравнению с традиционными запеканками. Стоимость произведенных овощных запеканок прямо пропорциональна концентрации сухой белковой композитной смеси. Изучены потери при тепловой обработке обогащенных овощных запеканок. Установлено, что запеканки по сравнению с контрольными образцами имеют большие потери массы. Это связано с тем, что в рецептуры обогащенных запеканок добавлено до 50% сочного овощного сырья (тыква, кабачки). При оценке качества новой продукции использовали качественные и количественные методы. Органолептическую оценку качества разработанных запеканок проводили по 10-балльной шкале. Установлено, что все представленные образцы запеканок обогащенных: капустной, картофельной, морковной и овощной имели высокие органолептические показатели. Наилучшими органолептическими свойствами обладали запеканки с добавлением 2–3 видов овощей. Микробиологические показатели запеканок (полуфабрикат высокой степени готовности) соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2.1078–01, индекс 1.9.15.14. Стоимость произведенных овощных запеканок зависит от цены сухой белковой композитной смеси. Овощные запеканки, обогащенные белком, рекомендованы в рациональном и диетическом питании при дефиците белка и включены в рационы стандартных диет – низкобелковая и низкокалорийная.

Ключевые слова: сухие композитные смеси, нормативные документы, рецептуры, технология, физико-химические и органолептические исследования, показатели качества

Development of vegetable production of prophylactic with protein fortification elements

Irina A. Bogonosova [1] bogonosovaia@mgutm.ru
Anna T. Vasyukova [1] vasyukova-at@yandex.ru

[1] K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, 73, Zemlyanoy Val Str., Moscow, 109004, Russia

Abstract. By the method of selecting components, promising compositions were identified for enriching traditional recipes for vegetable casseroles. Eggplant, zucchini, apples and pumpkin were chosen as promising components. To use vegetable raw materials in the production of casseroles, the chemical composition and nutritional value of promising raw materials were studied, the cost of developed products was determined. As a protein fortifier used a mixture of protein composite dry. As a result of research, a characteristic of microbiological, organoleptic indicators and nutritional value of vegetable casseroles was obtained. It was established that the nutritional and energy value of all developed samples in terms of the content of basic food substances has higher values: proteins – by 169.9–295.22%; fats – by 85.4–218%; carbohydrates – by 13.57–26.68% compared with traditional casseroles. The cost of produced vegetable casseroles is directly proportional to the concentration of dry protein composite mixture. The losses during the heat treatment of enriched vegetable casseroles are studied. It was found that casseroles have large mass losses compared to control samples. This is due to the fact that up to 50% of juicy vegetable raw materials (pumpkin, squash) are added to the recipes of enriched casseroles. In assessing the quality of new products used qualitative and quantitative methods. Organoleptic quality assessment of the developed casseroles was carried out on a 10 point scale. It was established that all presented samples of enriched casseroles: cabbage, potato, carrot and vegetable had high organoleptic characteristics. Casseroles with the addition of 2-3 types of vegetables possessed the best organoleptic properties. Microbiological indicators of casseroles (semi-finished product of high degree of readiness) comply with the requirements of SanPiN 2.3.2.1078-01, index 1.9.15.14. The cost of produced vegetable casseroles depends on the price of the dry protein composite mixture. Protein-rich vegetable casseroles are recommended in rational and dietary diets with protein deficiency and are included in the diets of standard diets - low-protein and low-calorie.

Keywords: composite dry mixtures, normative documents, recipes, technology, physico-chemical and organoleptic study quality indicators

Для цитирования

Богоносова И.А., Васюкова А.Т. Разработка овощной продукции профилактического назначения с белковыми обогатителями // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 223–229. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-223-229

For citation

I.A. Bogonosova I.A., Vasyukova A.T. Development of vegetable production of prophylactic with protein fortification elements. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 223–229. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-223-229

Введение

Разработка новых рецептур специализированной продукции для питания детей и подростков школьного возраста требует поиска новых сырьевых источников, которые будут гарантировать расширение ассортимента и повышение потребительских свойств [6].

Все большее значение приобретают овощи в предупреждении избыточной массы тела, а также в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний. В питании детей и подростков школьного возраста отмечено недостаточное потребление овощей.

Важное значение в рациональном питании должны занимать блюда из овощей, особенно из фаршевых масс: котлеты, запеканки.

Наиболее перспективными в питании являются овощные запеканки. Запеканки традиционного приготовления имеют повышенную влажность – от 67 до 79%, что способствует сокращению срока годности, кроме того, являются низкокалорийными [6].

Цель работы – разработка рецептуры и технологии производства овощных фаршевых блюд – овощных запеканок обогащенных.

Материалы и методы

Методологической основой являются труды отечественных и зарубежных ученых, их разработки в области применения сухих белковых композитных смесей для создания обогащенных продуктов питания с улучшенными потребительскими свойствами, наиболее приемлемыми для школьного питания и соответствующими индустриальным технологиям производства.

При проведении исследований использовали существующие стандартные социологические, органолептические, физико-химические и микробиологические методы исследования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. В качестве контрольных образцов использовали рецептуры овощных запеканок, приготовленных по традиционным технологиям.

Оценку качественных свойств осуществляли органолептическим путем, а затем физико-химическими методами. Органолептическую оценку качества разработанных запеканок обогащенных проводили по 10-балльной шкале.

В процессе исследований оптимизация рецептур осуществлялась по критерию максимальной энергетической ценности в овощных многокомпонентных запеканках со смесью «Нутринор» в системе MS Excel. Установлены перспективные композиции для обогащения традиционных рецептур овощных запеканок и определены их концентрации (баклажаны, кабачки, яблоки и тыква). Для использования новых растительных компонентов при производстве запеканок был изучен химический состав и пищевая ценность перспективного сырья. В качестве белкового обогатителя использована смесь белковая композитная сухая [1–5]. Из ассортимента смесей белковых композитных сухих (ГОСТ Р 53861–2010) была выбрана специализированная смесь «Нутринор» [6]. Эта смесь рекомендуется в качестве лечебного питания для оптимизации восстановительного процесса и профилактики заболеваний, а также может использоваться при дефиците белка.

Ингредиентный состав смеси: изолят соевого белка, лецитин, пищевые волокна (полисахариды сои, ксантановая камедь), мальтодекстрин, аспартам, вкусовая добавка (сливки, масло, мед), витаминно-минеральный премикс в суточной потребности.

Результаты и обсуждение

Для разработки нового ассортимента запеканок использовали овощное и фруктовое сырье, которое ранее не применялось при изготовлении запеканок. В капустную запеканку добавляли баклажаны, в овощную – кабачки, в морковную – яблоки, в картофельную – тыкву. С введением новых видов овощей и фруктов значительно повысились вкусовые особенности и в целом органолептические показатели овощных запеканок. Для определения реологических и физико-химических свойств разработанных продуктов были проведены лабораторные исследования (таблица 1).

Применение малоиспользуемого растительного сырья совместно с СБКС позволило изменить структуру овощных масс. Специализированная смесь «Нутринор» позволила при высоком содержании овощей в рецептуре получить сочный и мягкий продукт. Об этом свидетельствует статистическое предельное напряжение сдвига всех фаршевых систем, которое снижается в зависимости от вида овощной добавки в фаршевую массу. Так, структура овощной запеканки относительно статистического предельного напряжения сдвига стала менее плотной (на 12,33%) по сравнению с контролем, а динамическое предельное напряжение сдвига наоборот возросло на 17,24% относительно статистического. Эта же тенденция наблюдается и при формировании картофельной, капустной и морковной фаршевой массы и готовой запеканки.

Таблица 1.

Функционально-технологические показатели овощных запеканок

Table 1.

Functional and technological indicators of vegetable casseroles

Наименование образцов Name of samples	Влагосодержание, кг/кг Water content, kg/kg	Критерий химического состава Chemical composition criterion	Статистическое предельное напряжение сдвига, Па Statistical yield stress, Pa	Динамическое предельное напряжение сдвига, Па Dynamic yield stress, Pa	Активность воды Water activity	Криоскопическая точка, ˚С Cryoscopic point
Контроль | Control						
Овощная | Vegetable	3,86	7,53	1963	2365	0,9841	-2,0
Капустная | Cabbage	2,04	1,15	1580	1886	0,9894	-1,4
Морковная | Carrot	3,09	4,07	1758	2105	0,9763	-2,9
Картофельная | Potato	3,62	4,07	1758	2105	0,9875	-1,61
Разработка | Elaboration						
Овощная | Vegetable	1,97	3,47	1721	2060	0,9774	-2,78
Капустная | Cabbage	1,52	1,42	1595	1907	0,9815	-2,29
Морковная | Carrot	1,11	1,23	1584	1892	0,9687	-3,83
Картофельная | Potato	1,23	1,59	1606	1919	0,9815	-2,79

Активность воды в разработанных инновационных образцах находится в пределах от 0,9687 до 0,9815, что на 0,7 – 0,8% меньше, чем в контрольных образцах. Это создает возможность задержки развития микроорганизмов.

В ходе исследований были изучены показатели качества в процессе хранения, который осуществлялся при температурных режимах: от -2,0 до -4,0 °С. Основным критерием оценки являлось соответствие значений установленным нормативной документацией величинам.

Пищевая и энергетическая ценность овощных запеканок показала (табл. 2), что во всех разработанных образцах содержание основных пищевых веществ имеет более высокие значения: белков на 169,90–295,22%; жиров на 85,40–218%; углеводов на 13,57–26,68% по сравнению с традиционными запеканками [7–8, 10]. При этом соотношение белков и жиров в запеканках способствует лучшему усвоению жиров. Разработаны рецептуры и технология производства овощных запеканок (таблица 3).

Таблица 2.

Пищевая и энергетическая ценность овощных запеканок

Table 2.

Food and caloric value of vegetable casseroles

Запеканка Casserole	Белки. г Proteins, g		Жиры, г Fats, g		Углеводы, г Carbohydrates, g		Энергетическая ценность, ккал Energy value, kcal
	общие common	из них животные animal	общие common	из них растительные vegetable	общие common	из них моно-и дисахариды mono and disaccharides	
Контрольные образцы | Control samples							
Морковная | Carrot	2,78	0,06	2,11	1,75	14,48	7,58	88
Капустная | Cabbage	3,85	1.35	5,26	2,59	19,67	3.74	141
Картофельная | Potato	2,30	0.26	2,05	0,89	14,01	1,20	84
Овощная | Vegetable	3,20	0,22	1,64	1,20	11,88	3,20	75
Исследуемые образцы | Test samples							
Морковная | Carrot	10,39	9,03	9,38	1,14	22,34	10.23	215
Капустная | Cabbage	9,09	7,93	9,75	3,35	15,05	5,56	184
Картофельная | Potato	10,38	7,79	8,02	6,42	19,81	3,75	193
Овощная | Vegetable	9,19	7,40	5,22	0,9	16,86	5,17	151

Таблица 3.

Рецептуры инновационных овощных запеканок

Table 3.

Innovative Recipes vegetable casseroles

Наименование сырья и продуктов Name of primary products and products		Расход сырья и продуктов на 1 порцию, брутто, г Consumption of primary products and products per 1 portion, gross			
		Капустная Cabbage	Морковная Carrot	Картофельная Potato	Овощная Vegetable
Капуста белокочанная	White cabbage	87,5	–	–	51,6
Морковь	Carrot	–	77,5	–	37,0
Картофель	Potatoes	–	–	81,3	–
Маргарин столовый	Table margarine	5,9	4,34	2,0	2,6
Яблоки свежие	Fresh apples	–	29,0	–	–
Сахар-песок	Granulated sugar	–	1,5	–	–
Баклажаны	Eggplant	48,1	–	–	–
Тыква	Pumpkin	–	–	44,3	–
Кабачки	Zucchini	–	–	–	38,0
Лук репчатый	Onion	–	–	–	13,0
Молоко	Milk	–	–	10,5	–
Соль поваренная	Common salt	0,3	0,9	1,1	0,3
Крупа манная	Semolina	8,5	12	25	5,3
Сухая белковая композитная смесь	Dry Protein Composite Mixture	18,0	18,0	18,0	18,0
Яйцо	Egg	1/7 шт.	1/7 шт.	1/7 шт.	1/7 шт.
Сухари панировочные	Breadcrumbs	2,5	2,5	3,0	5,3
Сметана	Sour cream	3,0	3,0	3,0	3,0
Выход		**100**	**100**	**100**	**100**

Микробиологические показатели «Запеканки картофельной» (полуфабрикат высокой степени готовности) соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2.1078–01 (с изменениями и дополнениями), индекс 1.9.15.14.

Для производства разработанных запеканок важным остается вопрос потери массы при кулинарной обработке (таблица 4).

Таблица 4.

Потери при тепловой обработке обогащенных овощных запеканок, %

Table 4.

Losses during heat treatment enriched with vegetable casseroles, %

Образец Sample	Запеканки Casseroles			
	Овощная Vegetable	Капустная Carbage	Морковная Carrot	Картофельная Potato
Контроль Control	22,84	20,89	20,00	14,97
Разработка Elaboration	23,14	20,32	24,70	23,61

В результате исследований установлено, что запеканки по сравнению с контрольными образцами имеют большие потери массы. Это связано с тем, что в рецептуры обогащенных запеканок добавлено до 50% сочного овощного сырья (тыква, кабачки). Максимальные потери массы наблюдаются у морковной запеканки – 24,70%. Исключение составляет капустная запеканка, потери массы которой на 3,45% меньше, чем у контрольного образца.

Овощную продукцию в готовом виде необходимо контролировать по органолептическим показателям качества, установленными регламентирующими документами (ГОСТами, стандартами предприятий, ТУ и ТИ, а также другой нормативной документацией) [2–4]. При формировании спроса решающую роль играют вкус, запах и внешний вид продукта, тогда как его химический состав и пищевая ценность большинством потребителей принимаются во внимание лишь во вторую очередь (таблица 5).

Все представленные образцы запеканок обогащенных имели высокие органолептические показатели, причем наилучшими свойствами обладали запеканки с добавлением 2–3 видов овощей. Анализ полученных результатов позволяет выделить овощную и картофельную запеканки, получившие высокие показатели вкуса и запаха. По количеству баллов они на 3,3–6,6% превышали остальные образцы. Однако по пищевой ценности капустная и морковная запеканки не уступали выделенным образцам, а по содержанию витаминов имели лучшие результаты.

Исследование изменений потребительских свойств овощных запеканок обогащенных при хранении в течение 48 ч показано на рисунке 1.

Таблица 5.

Органолептическая оценка свежевыработанных запеканок обогащенных [9]

Table 5.

Organoleptic evaluation fresh casseroles enriched [9]

Наименование продукта Product name	Внешний вид и консистенция Appearance and Consistency	Вкус и запах Taste and smell	Цвет | Color	Сумма | Total
Контроль | Control	2,7 ± 0,1	4,2 ± 0,2	1,8 ± 0,2	8,9
Овощная | Vegetable	2,9 ± 0,1	4,8 ± 0,1	1,9 ± 0,1	9,6
Капустная | Carbage	2,8 ± 0,1	4,2 ± 0,2	2,0 ± 0,1	9,0
Морковная | Carrot	2,9 ± 0,1	4,3 ± 0,2	1,9 ± 0,1	9,1
Картофельная | Potato	2,8 ± 0,2	4,7 ± 0,2	1,8 ± 0,1	9,3

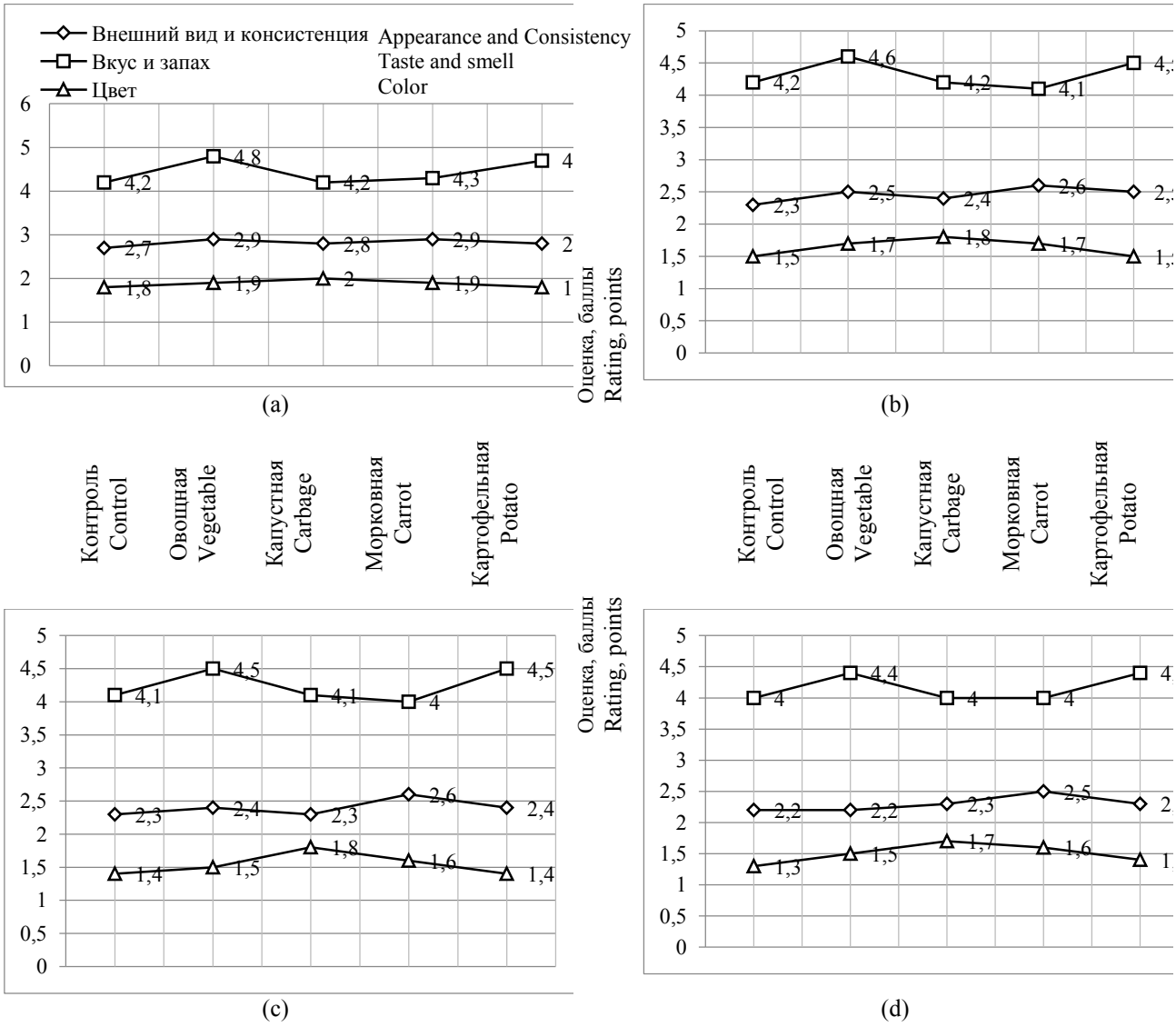


Рисунок 1. Органолептическая оценка запеканок после (a) 12; (b) 24; (c) 36; (d) 48 часов хранения

Figure 1. Organoleptic evaluation of cheesecakes after (a) 12; (b) 24; (c) 36; (d) 48 hours of storage

Сравнительная стоимость сырья для производства запеканок приведена на рисунке 2. Проведенное сравнение себестоимости запеканок овощных обогащенных по классической и инновационной технологии показало, что запеканки, приготовленные по инновационной технологии, имеют себестоимость в 2,12 – 2,65 раза дороже классической. Это связано с высокой стоимостью сухой белковой композитной смеси. При снижении цены на белковый обогатитель стоимость произведенных овощных запеканок будет приемлемой для широкого круга потребителей.

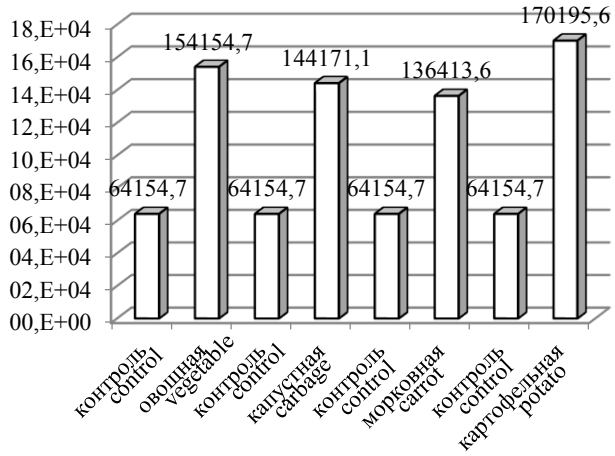


Рисунок 2. Сравнение себестоимости овощных обогащенных запеканок, произведенных по классической и инновационной технологии

Figure 2. Cost Comparison of vegetable enriched casseroles, produced according to classical and innovative technology

На основании проведенных расчетов себестоимость овощных обогащенных запеканок составляет от 136,41 до 170,19 р. за 1 кг. Порция запеканки массой 150 г, которая рекомендуется для питания школьников стоит от 20,46 до 25,53 р.

Заключение

Установлено, что добавление смеси белковой композитной сухой уплотняет фаршевую смесь. В результате снизилась влажность инновационных овощных запеканок в следующих пределах: овощной – на 16,47%, капустной – на 10,14%, морковной – на 30,40%, картофельной – на 29,56%. Снижение влажности разработанной продукции положительно влияет на сроки хранения [8].

Апробация разработанных рецептур и технологий выполнена в производственных условиях столовой МГУ им. М.В. Ломоносова на 250 мест. Овощные запеканки, обогащенные белком, рекомендованы в рациональном и диетическом питании при дефиците белка и включены в рационы стандартных диет – низкобелковая и низкокалорийная [8].

ЛИТЕРАТУРА

1 Богоносова И.А., Васюкова А.Т. Разработка технологии комбинированных овощных запеканок для рационального и диетического питания // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности: материалы 83-й международной научно-практической конференции. Ставрополь: АГРУС, 2018. С. 345–348.

2 Сборник технических нормативов. Сборник рецептур на продукцию общественного питания. М.: ДеЛи Плюс, 2011. 1008 с.

3 Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий кухонь народов России для предприятий общественного питания: сборник; под ред. А.Т. Васюковой. М.: Дашков и К, 2014. 212 с.

4 Сборник рецептур блюд зарубежной кухни: сборник; под ред. А.Т. Васюковой. М.: Дашков и Ко, 2017. 816 с.

5 Богоносова И.А., Могильный М.П. Выбор сухих белковых композитных смесей для обогащения овощных запеканок // Университетская жизнь. 2017. № 3. С. 34.

6 ГОСТ Р 53861–2010. Продукты диетического (лечебного и профилактического) питания. Смеси белковые композитные сухие. Общие Технические условия. М.: Стандартинформ, 2011.

7 Walrand S., Gryson C., Salles J., Giraudet C. Fast-digestive protein supplement for ten days overcomes muscle anabolic resistance in healthy elderly men // Clinical Nutrition. 2016. V. 35. № 3. P. 660–668.

8 Kourouniotis S., Keast R.S.J., Riddell L.J., Lacy K. et al. The importance of taste on dietary choice, behaviour and intake in a group of young adults // Appetite. 2016. V. 103. P. 1–7.

9 Grumeza I., Macari A., Gudima A., Mardar M. et al. Quality indicators of semi-products from meat with vegetable components // Modern Technologies, in the Food Industry–2018. P. 177–182.

10 Florowska A., Krygier K., Florowskia T., Dłużewska E. Prebiotics as functional food ingredients preventing diet-related diseases // Food & Function. 2016. № 5. P. 2147–2155.

REFERENCES

1 Bogonosova I.A., Vasyukova A.T. Development of the technology of combined vegetable casseroles for rational and dietary nutrition. Innovative technologies in agriculture, veterinary medicine and the food industry: materials of the 83rd international scientific-practical conference. Stavropol, AGRUS, 2018. pp. 345–348. (in Russian).

2 Collection of technical standards. Collection of recipes for catering products. Moscow, DeLi Plus, 2011. 1008 p. (in Russian).

3 Collection of recipes for dishes and culinary products of cuisines of the peoples of Russia for public catering enterprises: a collection; ed. A.T. Vasyukova. Moscow, Dashkov i K, 2014. 212 p. (in Russian).

4 Collection of recipes for dishes of foreign cuisine: a collection; ed. A.T. Vasyukova. Moscow, Dashkov i Ko, 2017. 816 p. (in Russian).

5 Bogonosova I.A., Mogilny M.P. The choice of dry protein composite mixtures for the enrichment of vegetable casseroles. University Life. 2017. no. 3. pp. 34. (in Russian).

6 State Standard 53861–2010. Products of dietary (medical and preventive) nutrition. Dry composite protein mixtures. General Specifications. Moscow, Standartinform, 2011. (in Russian).

7 Walrand S., Gryson C., Salles J., Giraudet C. Fast-digestive protein supplement for ten days overcomes muscle anabolic resistance in healthy elderly men. Clinical Nutrition. 2016. vol. 35. no. 3. pp. 660–668.

8 Kourouniotis S., Keast R.S.J., Riddell L.J., Lacy K. et al. The importance of taste on dietary choice, behaviour and intake in a group of young adults. Appetite. 2016. vol. 103. pp. 1–7.

9 Grumeza I., Macari A., Gudima A., Mardar M. et al. Quality indicators of semi-products from meat with vegetable components. Modern Technologies, in the Food Industry–2018. pp. 177–182.

10 Florowska A., Krygier K., Florowskia T., Dłużewska E. Prebiotics as functional food ingredients preventing diet-related diseases. Food & Function. 2016. no. 5. pp. 2147–2155.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина А. Богоносова аспирант, кафедра технологий продукции и организации общественного питания, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, bogonosovaia@mgutm.ru

Анна Т. Васюкова д.т.н., профессор, кафедра технологий продукции и организации общественного питания, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, vasyukova-at@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina A. Bogonosova graduate student, technology products and catering services department, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, Zemlyanoi val, 73 Moscow, 109004, Russia, bogonosovaia@mgutm.ru

Anna T. Vasyukova Dr. Sci. (Engin.), professor, technology products and catering services department, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, Zemlyanoi val, 73 Moscow, 109004, Russia, vasyukova-at@yandex.ru

CONTRIBUTION

The authors were equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.2.2019

ACCEPTED 5.17.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.696.9

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-230-238

Способы получения зерновых основ для продуктов питания

Даригаш А. Шаймерденова [1] darigash@mail.ru
Жанара М. Чаканова [1] janara_78@mail.ru
Алима А. Махамбетова [1] 1957alyma@mail.ru
Дамира М. Искакова [1] damirais61@mail.ru
Адилет А. Есмамбетов [1] yesmamba@tcd.ie

[1] ТОО «Научно-производственное предприятие «Инноватор», пер. Тасшокы, 2, г. Нур – Султан, 010000, Казахстан

Аннотация. Использование всего потенциала зерновых и бобовых культур, заложенных в них природой, является важной задачей при решении вопросов сбалансированности питания населения, т.к. продукты питания на основе данных культур удовлетворяют до 70% суточной потребности человека в белках, жирах и углеводах, в микро- и макроэлементах, в биологически активных веществах и остаются наиболее доступными для всех категорий потребителей. При этом сохранение всех макро-, микронутриентов, биологически активных веществ исходного зерна остается серьёзной проблемой, т.к. при традиционном подходе к переработке зерна содержание этих компонентов неизбежно снижается. В дальнейшем этот процесс продолжается под действием технологических параметров на всех стадиях производства и хранения продуктов. Анализ технологий производства зерновых основ показал ряд этапов, специфичных для каждого вида производства. В то же время наиболее продуктивными признаны микронизация, экструдирование и проращивание. В предварительных исследованиях были определены 4 вида зерновых и зернобобовых культур как наиболее перспективные для производства зерновых основ, которые были подвергнуты микронизации и экструдированию по оптимальным режимам, установленным по водопоглотительной способности и термодинамическим характеристикам. Использовали прибор ДСК. Образцы выбранных культур проращивались. В микронизированных, экструдированных и пророщенных зерновых основах определены химический и витаминный состав. Сравнительная характеристика позволила выявить перспективный способ производства зерновых основ, которые в дальнейшем будут использованы в продуктах питания.

Ключевые слова: зерновые, зернобобовые, микронизация, экструдирование, прорастание, химический состав, витамины, зерновые основы

Methods for obtaining grain bases for food

Darigash A. Shaimerdenova [1] darigash@mail.ru
Janara M. Chakanova [1] janara_78@mail.ru
Alima A. Mahambetova [1] 1957alyma@mail.ru
Damira M. Iskakova [1] damirais61@mail.ru
Adilet A. Yesmambetov [1] yesmamba@tcd.ie

[1] LLP "Scientific-production enterprise "Innovator", trans. of Tussocky, 2, Nursultan, 010000, Kazakhstan

Abstract. The use of the full potential of grain and leguminous crops laid down in them by nature is an important task in addressing the issues of balanced nutrition of the population, because food products based on these crops satisfy up to 70% of the daily human need for proteins, fats and carbohydrates, micro and macro elements, biologically active substances and remain the most affordable for all categories of consumers. Moreover, the preservation of all macro-, micronutrients, biologically active substances of the source grain remains a serious problem, because in the traditional approach to grain processing, the content of these components inevitably decreases. In the future, this process continues under the influence of technological parameters at all stages of production and storage of products. An analysis of the production technology of grain foundations showed a number of stages specific to each type of production. At the same time, micronization, extrusion and germination are recognized as the most productive. In preliminary studies, 4 types of grain and leguminous crops were identified as the most promising for the production of grain bases, which were subjected to micronization and extrusion according to the optimal conditions established by water absorption capacity and thermodynamic characteristics. Used the device DSC. Samples of selected cultures were germinated. In micronized, extruded and germinated grain bases, the chemical and vitamin composition is determined. A comparative characteristic revealed a promising method for the production of grain bases, which will be further used in food.

Keywords: grains, pulses,micronization, extrusion, germination, chemical composition, vitamins, grain bases

Введение

Зерновые и бобовые культуры удовлетворяют до 70% суточной потребности человека в белках, жирах и углеводах, в микро- и макроэлементах, в биологически активных веществах и остаются наиболее доступными для всех категорий потребителей [17].

При этом сохранение всех макро-, микронутриентов, биологически активных веществ исходного зерна остается серьёзной проблемой, т. к. при традиционном подходе к переработке зерна содержание этих компонентов неизбежно снижается. В дальнейшем этот процесс продолжается под действием технологических параметров на всех стадиях производства и хранения продуктов [16].

Для цитирования
Шаймерденова Д.А., Чаканова Ж.М., Махамбетова А.А., Искакова Д.М., Есмамбетов А.А. Способы получения зерновых основ для продуктов питания // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 230–238. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-230-238

For citation
Shaimerdenova D.A., Chakanova J.M., Mahambetova A.A., Iskakova D.M., Yesmambetov A.A. Methods for obtaining grain bases for food. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 230–238. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-230-238

Анализ показал, что способы извлечения и использования данных компонентов из зерна и их дальнейшее использование в виде зерновых основ весьма разнообразны. Были изучены способы получения белкового продукта из периферийных частей зерна; пищевого белка из зерна нута [6]; белкового продукта из соевого шрота [7]; водорастворимой композиции пищевой клетчатки [8]; композиции сахаридов [9] и др. Основными недостатками изученных способов получения зерновых основ являются узкая область применения и сложность технологии их получения.

Анализ технологий производства зерновых основ показал ряд этапов, специфичных для каждого вида производства. При этом есть несколько обязательных этапов подготовки сырья: очистка, сушка, ГТО, шлифование. После этапов подготовки применяются технологии измельчения, экструдирования, микронизации и проращивания.

Разнообразны и способы использования полученных зерновых основ. Изучены: способ производства продукта на зерновой основе для детского и диетического питания [10], предлагающий зерновую основу для приготовления горячего напитка для детей дошкольного и школьного возраста и диетического питания; способ получения пищевого продукта из растительного сырья на основе овса и соевых бобов [11]; способ производства нерастворимого кофейного напитка на зерновой основе «Золотой колос» из 75% зерна ячменя, 15% зерна овса, 10% зерна ржи [5]. Недостатками являются высокие энергозатраты для создания давления, использование различных температурных режимов, а также различных видов обработки, что требует дополнительного оборудования и усложнения технологической схемы получения продуктов.

Самыми питательными из зерновых основ считаются приготовленные из проросших зерен. Они рекомендуются как наукой о питании, так и сторонниками вегетарианского и других видов питания. Проросшие зерна полезны, т. к. их пищевая ценность выше обычных зерен. При проращивании биологические процессы в зерне активируются, что приводит к увеличению витаминов, аминокислот, легкоусвояемых углеводов, ферментов и других элементов питания. Установлено, что такое зерно легко переваривается и практически полностью усваивается [2].

По анализу источников выявлено, что существуют как разные способы проращивания, так и дальнейшего использования пророщенных зерен. Изучены: способ приготовления проростков в условиях повышенной влажности в замкнутом пространстве, заполненном парами растительных жирных и эфирных масел [12]; «Пищевой функциональный продукт «Талкан» из пророщенного зерна и способ его производства», в качестве зерновой основы может быть использовано пророщенное зерно пшеницы, ячменя, ржи, овса или их смеси из зерна проса и добавки – сушеные плоды и ягоды при определенном соотношении компонентов [13].

В указанных способах в качестве основы питания использовано пророщенное зерно, обогащенное дополнительными пищевыми ингредиентами, что усложняет процесс их производства, к тому же в них не показана возможность использования пророщенного зерна в качестве основы для производства продуктов питания быстрого приготовления.

Горун Е.Г. и др. предложили изготовление готовых к употреблению продуктов из зерен злаковых культур в виде хлопьев, взорванных зерен и вспученных экструдированных зерновых изделий, которые могут иметь покрытие в виде сладкой глазури или в виде нанесенных на поверхность изделий вкусовых и ароматических добавок [1]. Недостатком является то, что продукты имеют не всегда высокие органолептические свойства, и их употребление в пищу может оказать неблагоприятное воздействие на людей с ослабленным пищеварением, поскольку использование сахара в сочетании с большим количеством пищевых волокон, имеющихся в этих продуктах, может привести к раздражению кишечника.

В исследованиях авторов Скобельской З.Г., Попова Е.Ю [14] изучен способ производства пищевого продукта на зерновой основе, включающий зерновые компоненты в виде хлопьев и / или взорванных зерен, и / или вспученных экструдированных зерновых изделий. При этом, по меньшей мере, часть зерновых компонентов имеет покрытие, изготовленное из состава, содержащего концентрированный сироп, полученный изомеризацией лактозы в лактулозу с содержанием последней не менее 20% от массы сиропа, или порошок, полученный путем сгущения вышеуказанного сиропа с последующей сушкой с содержанием лактулозы не менее 50% от массы порошка. Однако употребление в пищу указанного продукта может оказать неблагоприятное воздействие на людей с ослабленным пищеварением, поскольку использование лактулозы в этих продуктах может привести к раздражению кишечника, болям в животе и диарее.

При производстве сухой питательной смеси на зерновой основе Эльдарханов Т.А., Эльдарханова И.Б., Эльдарханов А.С. предложили термообработку, формование зерновой части и смешивание со вкусовыми добавками [15], однако его применение узко и невозможно использование, например, в качестве продукта, повышающего умственную деятельность.

Проведение исследований по получению зерновых основ и их дальнейшему использованию в продуктах питания является актуальным для решения проблемы сбалансированности питания населения. В то же время проведенный анализ техники и технологии получения зерновых основ показал, что наиболее перспективными с точки зрения более полного использования ресурсов зерна являются экструзия, микронизация и проращивание. Однако недостаточность сведений и отсутствие режимов производства готовых зерновых основ требуют дополнительных экспериментальных исследований.

В предварительных исследованиях [18, 17] было подобрано 8 видов культур – овес, гречиха, кукуруза, просо, горох, чечевица, нут, фасоль и установлено, что наиболее перспективными по содержанию микро-, макроэлементов, витаминов в качестве зерновых основ являются просо, гречиха, нут, чечевица.

В настоящих исследованиях изучены изменения, происходящие в данных культурах при различных технологических процессах приготовления зерновых основ: микронизации, экструдировании, проращивании, и определен наиболее перспективный способ.

Материалы и методы

Объектом исследований были 4 вида зерновых и зернобобовых культур: гречиха, просо, нут и чечевица.

В качестве перспективных способов производства зерновых основ были приняты микронизация, экструдирование, т. к. при микронизации происходит детоксикация вредных веществ, практически полное поверхностное и внутреннее обеззараживание, зерно или крупа «вспучиваются», увеличиваясь (приблизительно на 30%) в объеме, снижается жесткость, возрастает пластичность, увеличивается усвояемость [11]; экструдирование способствует образованию комплексного соединения жира с крахмалом в зерне, а также воздействует на клетчатку, изменяя ее плотность путем разрушения структуры механическими факторами и влагой, приводит к гибели большей части микрофлоры (бактерии, грибки) и позволяет непрерывно производить высокогомогенные смеси и тонкоструктурированные продукты с сохранением термолабильных веществ в продукте.

Применен способ проращивания для получения высокопитательных зерновых основ.

Микронизацию проводили в СВЧ-печи. Обработка заключалась в повышении мощности от 500 до 800 Вт в зависимости от влажности и экспозиции обработки по времени от 3 до 7 мин согласно плану полнофакторного эксперимента и условиям обработки (таблица 1).

Таблица 1.

План полнофакторного эксперимента и условий обработки по микронизации зерновых и зернобобовых культур

Table 1.

Plan of full-factorial experiment and processing conditions for micronization of grain and leguminous crops

Партия Batch	Влажность, % Humidity, %	Параметры обработки для зерновых культур Processing options for crops		Параметры обработки для бобовых культур	
		Мощность обработки, Вт Processing power, W	Время воздействия, мин Exposure time, min	Мощность обработки, Вт Processing power, W	Время воздействия, мин Exposure time, min
1	25	700	7	800	15
2	15	700	7	800	15
3	25	500	7	700	15
4	15	500	7	700	15
5	25	700	3	800	10
6	15	700	3	800	10
7	25	500	3	700	10
8	15	500	3	700	10

Экструдирование отобранных культур было проведено на лабораторном экспериментальном двухшнековом экструдере марки «LS32-II – Double-screw testing extruder». Для проведения исследований были подготовлены пробы со средним помолом (сита Ø1, Ø2 мм). Далее пробы увлажнялись в диапазоне 14–16% и подавались в перемешивающее устройство для достижения однородности и равномерного увлажнения. Определение значения термодинамических параметров для исследования процесса клейстеризации крахмала и определения

начальной температуры экструдирования при приготовлении экструзионных образцов проведено на дифференциальном сканирующем калориметре DSC 1/200W фирмы METTLER TOLEDO (рисунок 1) по следующей методике. Навеску продукта помещали в кювету из нержавеющей стали и добавляли деионизированную воду в объеме до влажности 70%. Кювета запечатывалась, уравновешивалась при комнатной температуре и далее проводилось сканирование от 0 до 200°С со скоростью 10 мин$^{-1}$. В качестве эталонного образца использовалась пустая кювета, ДСК калибровали индием. В результате были определены начальная температура клейстеризации ($T_к$), максимальная температура клейстеризации ($Tр$) и конечная температура клейстеризации ($Tс$), а также энтальпия клейстеризации (ΔHg).

Рисунок 1. Дифференциальный сканирующий калориметр DSC 1/200W фирмы METTLER TOLEDO

Figure 1. Mettler TOLEDO Differential scanning calorimeter 1.200 W

Метод проращивания соответствовал требованиям ГОСТ 12038. Далее полученные проростки зерновых и зернобобовых культур сушили конвекционным методом с помощью теплового электроизлучателя при 40 °С в течение 20 ч.

Водопоглотительная способность микронизированных образцов как качественная характеристика пищевых текстуратов определена в соответствии с [3].

Показатели химического состава исходного зерна и микронизированных, экструдированных и пророщенных зерновых основ определялись общепринятыми методами, описанными в нормативно-методических документах (ГОСТах), СТ РК (стандартах Республики Казахстан).

Математическую обработку результатов исследований проводили пакетом «Анализ данных» в MS Excel.

Результаты и обсуждение

Сравнительный анализ водопоглотительной способности опытных партий (рисунок 2) позволил выявить наиболее оптимальные режимы микронизации (таблица 2).

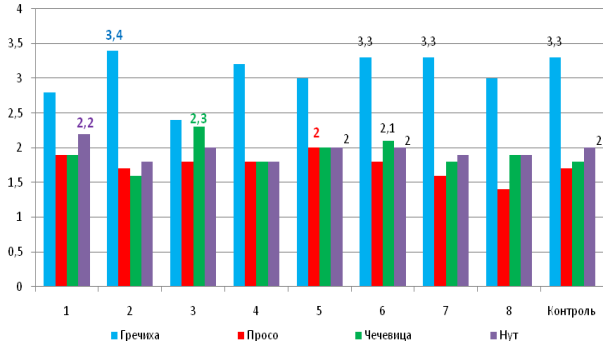


Рисунок 2. Сравнительный анализ водопоглотительной способности опытных партий микронизированных зерен зерновых и зернобобовых культур

Figure 2. Comparative analysis of water absorption capacity of experimental batches of micronized grains and legumes

Наибольшей водопоглотительной способностью по сравнению с контрольным образцом, за который принято необработанное сырье каждой культуры, обладает в гречихе опытная партия № 2 (число набухания – 3,4), в просе опытная партия № 5 (число набухания – 2,0), в чечевице опытная партия № 3 (число набухания – 2,3), в нуте опытная партия № 1 (число набухания – 2,2).

Таблица 2.

Оптимальные режимы микронизации зерновых и зернобобовых культур

Table 2.

Optimum micronized substance of grain and leguminous crops

Операция Operation	Ячмень Barley	Кукуруза Corn	Гречиха Buckwheat	Просо Millet	Нут Chickpeas	Чечевица Lentil
Увлажнение, % | Humidification, %	25	20	15	25	25	25
Отволаживание, мин | Otvalivalas, min.	60	60	60	30	30	30
Температура нагрева материала, °С Material heating temperature, °С	120–140	130–140	120–140	100–105	120–130	120–130
Время обработки, мин | Processing time, min	5	5	7	3	15	15
Мощность излучений, Вт Radiation power, W	800	800	700	700	800	700
Охлаждение продукта % Cooling of product%	13	13	13	10	13	13

В результате проведенных экспериментов были получены микронизированные образцы гречихи, проса, чечевицы и нута, общее количество которых составило 32. Для дальнейших исследований образцы были подвергнуты измельчению до среднего помола (сита Ø1, Ø2 мм).

Оптимальные режимы экструдирования (таблица 3) определены по термодинамическим параметрам плавления (таблицы 4, 5 и рисунок 3), отражающим поведение крахмалов, входящих в состав зерна при нагревании. Использовали метод дифференциальной сканирующей калориметрии.

Таблица 3.

Оптимальные режимы экструдирования зерновых культур

Table 3.

Optimal modes of extrusion of grain crops

Операции Operation	Ячмень Barley	Кукуруза Corn	Гречиха Buckwheat	Просо Millet
Увлажнение крупы, % Hydration of cereals, %	$W_{продукта}$ – 16 $W_{product}$ – 16	$W_{продукта}$ – 16 $W_{product}$ – 16	$W_{продукта}$ – 16 $W_{product}$ – 16	$W_{продукта}$ – 12 $W_{product}$ – 12
Отволаживание крупы, мин Peeling of cereals, min	Экспозиция – 20 Exposure – 20	Экспозиция – 20 Exposure – 20	Экспозиция – 20 Exposure – 20	Экспозиция – 15 Exposure – 15
Измельчение крупы Grinding cereals	Проход сита – Ø3 Screen pass – Ø3	Проход сита – № 1, 2 Screen pass – № 1, 2	Проход сита – № 1, 2 Pass sieve – № 1, 2	Проход сита – № 1, 2 Pass sieve – №. 1, 2
Увлажнение измельченной крупы, % Hydration the crushed cereals, %	$W_{продукта}$ – 20–22 $W_{product}$ – 20–22	$W_{продукта}$ – 28 $W_{product}$ – 28	$W_{продукта}$ – 15–16 $W_{product}$ – 15–16	$W_{продукта}$ – 14 $W_{product}$ – 14
Отволаживание измельченной крупы Otvalivalas crushed grains	Экспозиция – 15–20 мин Exposure – 15–20 min	Экспозиция – 15–20 мин Exposure – 15–20 min	Экспозиция – 15–20 мин Exposure – 15–20 min	Экспозиция – 15 мин Exposure – 15 min
Экструдирование измельченной крупы The extruded shredded cereals	Температура нагрева материала 110–130 °С The temperature of the material 110–130 °С	Температура нагрева материала 70–80 °С The temperature of the material 70–80 °С	Температура нагрева материала 150–160 °С The temperature of the material 150–160 °С	Температура нагрева материала 110–130 °С The temperature of the material 110–130 °С
	Скорость вращения шнека – 300–350 мин$^{-1}$ Screw rotation speed – 300–350 min^{-1}	Скорость вращения шнека – 250–300 мин$^{-1}$ Screw rotation speed – 250–300 min^{-1}	Скорость вращения шнека – 250–300 мин$^{-1}$ Screw rotation speed – 250–300 min^{-1}	Скорость вращения шнека –2 50–300 мин$^{-1}$ Screw rotation speed – 250–300 min^{-1}
Кратковременная сушка экструдата Short-term drying of extrudate	Температура агента сушки – 50–60 °С Drying agent temperature – 50–60 °С	Температура агента сушки – 50–60 °С Drying agent temperature – 50–60 °С	Температура агента сушки – 50–60 °С Drying agent temperature – 50–60 °С	Температура агента сушки – 50–60 °С Drying agent temperature – 50–60 °С
	$W_{продукта}$ – 10–12% $W_{product}$ – 10–12%	$W_{продукта}$ – 10–12% $W_{product}$ – 10–12%	$W_{продукта}$ – 10–12% $W_{product}$ – 10–12%	$W_{продукта}$ – 10% $W_{product}$ – 10%

Таблица 4.

Термодинамические параметры плавления крахмала измельченных зерновых культур

Table 4.

Thermodynamic parameters of starch melting of crushed grain crops

Наименование | Name	$T_н$, °С	$T_р$, °С	$T_к$, °С	$T_к$-$T_н$ (°С)	ΔH (J/g)
Просяная Millet	107,99	114,14	116,15	8,16	-58,32
Гречневая Buckwheat	131,24	147,71	158,00	26,79	-50,16

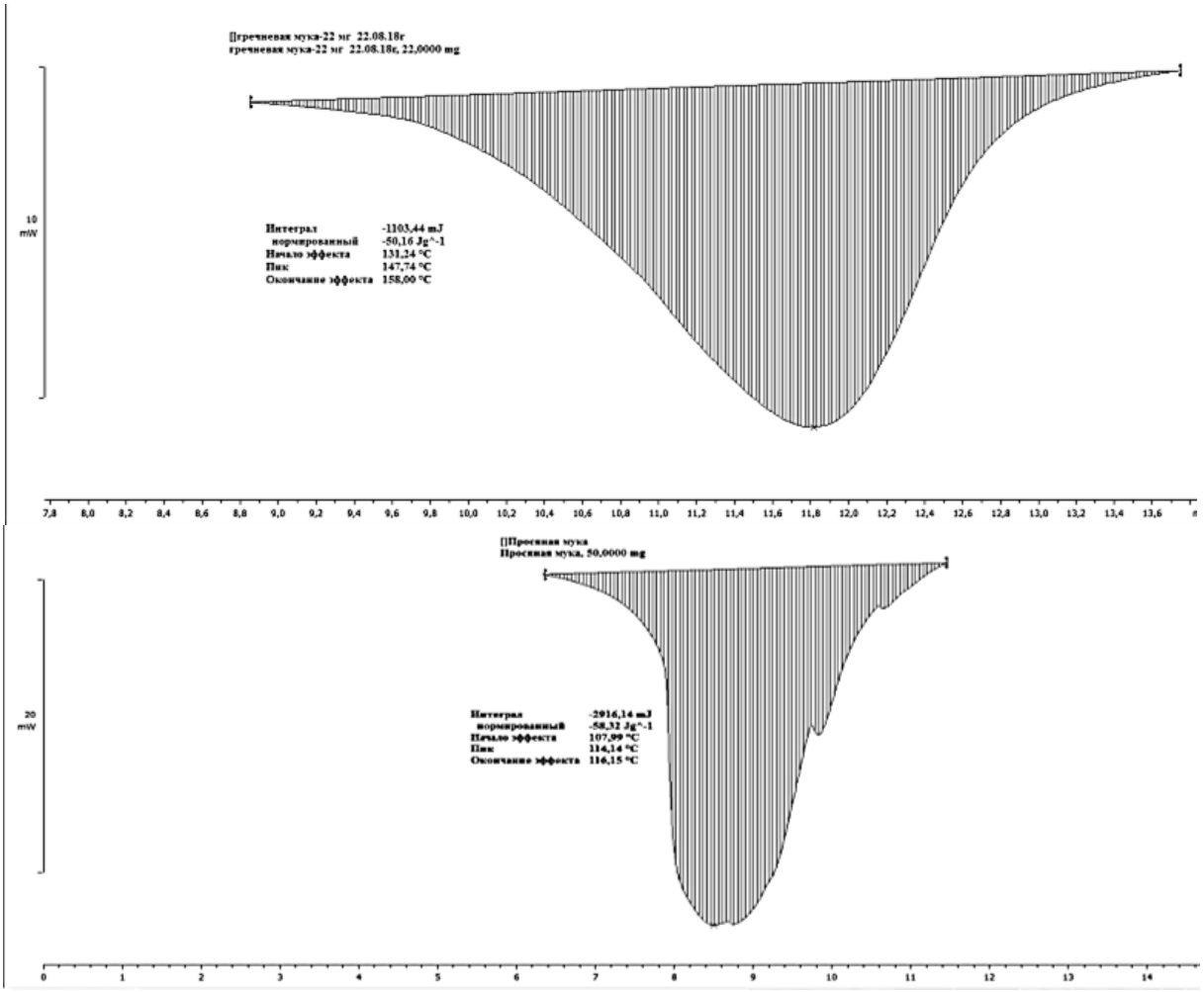


Рисунок 3. Термодинамические параметры измельченных зерновых культур a – гречневая, b – проса
Figure 3. Thermodynamic parameters of crushed grain crops a – rice, b – millet

Полученные данные свидетельствуют о том, что у исследуемых культур температура плавления крахмалов варьирует в разных пределах: $T_н$ – от 107,99 °С в измельченном просе до 131,24 °С в гречневом сырье; $T_р$ – от 114,14 °С в просе до 147,71 °С в гречневом сырье; $T_к$ – от 116,15 °С в просе до 158,0 °С в гречневом сырье (таблица 4, рисунок 2). Это связано с тем, что крахмал разного происхождения имеет различное строение и по-разному ведет себя в процессах нагревания и охлаждения.

На основании проведенных исследований термодинамических параметров плавления определены температурные границы экструдирования зерна гречихи и проса (таблица 5).

Таблица 5.

Температурные границы экструдирования зерновых культур (гречихи и проса), определенные на основе анализа ДСК

Table 5.

Temperature limits of extrusion of grain crops (buckwheat and millet) determined on the basis of DSC analysis

Мука Flour	Температура зоны пластификации, °С Plasticization zone temperature, °С	Температура зоны сжатия, °С Temperature compression zones, °С	Температура зоны выхода, °С Temperature output zones, °С	Давление, МПа Pressure, MPa
Гречневая | Buckwheat	130	150	180	1,5 – 8,0
Просяная | Millet	110	130	150	1,5 – 8,0

Проращивание в лабораторных условиях отобранных зерновых и зернобобовых культур в целях повышения пищевой ценности зерновых основ витаминным комплексом из пророщенного зерна, позволило определить режимы проращивания (таблица 6).

Таблица 6.

Режимы проращивания зерновых и зернобобовых культур

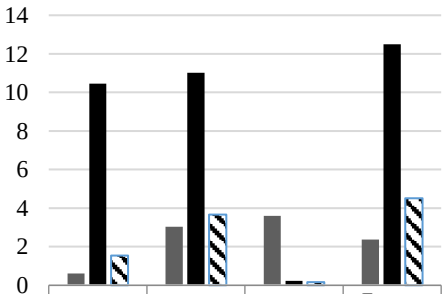
Table 6.

Modes of germination of cereals and legumes

Культура | Culture	Время замачивания в воде, ч Soaking time in water, h	Температура проращивания, °С Germination temperature, °С	Срок прорастания, дн | Germination period, days	Максимальная длина прорастания, мм | Maximum germination length, mm
Гречиха | Buckwheat	8	20	3	3 – 4
Просо | Millet	10	20	4	4 – 5
Нут | Chickpeas	10	20	3	4 – 5
Чечевица | Lentil	8	20	4	3 – 4

В результате у 85–90% зерен были получены зародышевые корешки длиной не более 5 мм.

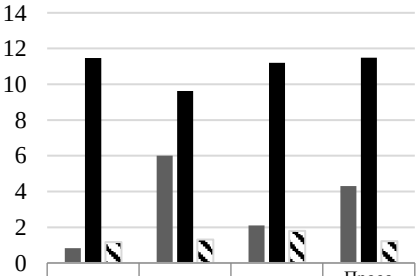
Определен биохимический состав всех полученных экспериментальных образцов: 1) измельченных до тонкого помола – контроль; 2) экструдированных; 3) микронизированных; 4) пророщенных (рисунки 4–7).



	Гречиха эк. | Buckwheat Extruded	Гречиха мик. | Micronized Buckwheat	Гречиха пророщ. | Buckwheat sprouted	Гречиха контр.образец | Buckwheat counter sample
Жир|Fat	0,61	3,04	3,6	2,37
Белок| Protein	10,46	11,02	0,225	12,5
Клетчатка | Cellulose	1,55	3,66	0,162	4,51

Рисунок 4. Химический состав зерновых основ из гречихи

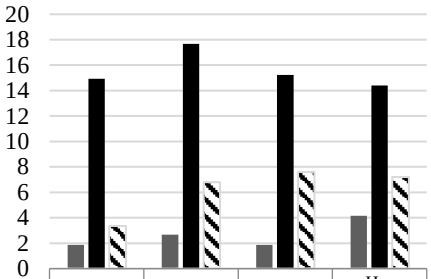
Figure 4. Chemical composition of grain bases from buckwheat



	Просо экс. | Millet Extruded	Просо мик. | Micronized Millet	Просо пророщ. | Millet sprouted	Просо контр.образец | Millet counter sample
Жир | Fat	0,83	6	2,1	4,3
Белок | Protein	11,47	9,63	11,2	11,48
Клетч. | Cellulose	1,17	1,32	1,8	1,22

Рисунок 5. Химический состав зерновых основ из проса

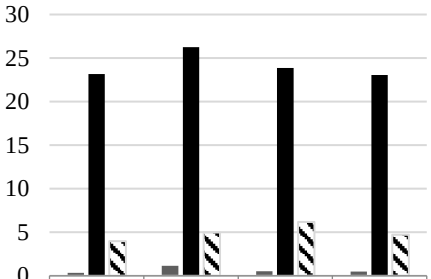
Figure 5. Chemical composition of grain base from millet



	Нут экс. | Chickpeas Extruded	Нут мик. | Micronized Chickpeas	Нут пророщ. | Chickpeas Sprouted	Нут контр.образец | Chickpea counter
Жир | Fat	1,87	2,68	1,87	4,16
Белок | Protein	14,94	17,67	15,23	14,4
Клетч. | Cellulose	3,35	6,8	7,61	7,2

Рисунок 6. Химический состав зерновых основ из нута

Figure 6. Chemical composition of grain bases from chickpea



	Чечевица экс. | Lentils Extruded	Чечевица мик. | Micronized Lentils	Чечевица пророщ. | Lentils sprouted	Чечевица контр.образец | Lentils counter. Sample
Жир | Fat	0,34	1,14	0,52	0,48
Белок | Protein	23,15	26,25	23,86	23,05
Клетч. | Cellulose	3,99	4,96	6,2	4,73

Рисунок 7. Химический состав зерновых основ из чечевицы

Figure 7. Chemical composition of grain bases from lentil

Анализ показал, что наибольшие потери содержания белка и жира наблюдались в проросшем зерне, что объясняется распадом сложных химических соединений при прорастании до простых (рис. 4–7), наименьшие – при микронизации.

Анализ витаминного состава полученных зерновых основ показал, что перспективной с точки зрения повышения и сохранения всех витаминов в сравнении с контролем является экструзия.

Таким образом, установлены перспективные зерновые и зернобобовые культуры для производства зерновых основ, предложен способ их производства.

ЛИТЕРАТУРА

1 Горун Е.Г., Потапов В.Д. Технология и оборудование производства сухих завтраков. М.: Пищевая промышленность, 1972. 145 с.

2 Драгомирецкий Ю. Живая сила проростков. Санкт-Петербург: Невский проспект, 1999.

3 Корячкина С.Я., Березина Н.А., Хмелёва Е.В. Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Методы исследования свойств растительного сырья: учебно-методическое пособие для высшего профессионального образования. Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», 2011. 297 с.

4 Пат. № 2612907, RU, A23J 1/12, 3/14, 3/18. Способ получения белкового продукта из периферийных частей зерна / Мелешкина Е.П., Крикунова Л.Н., Витол И.С. № 2016112584; Заявл. 04.04.2016; Опубл. 13.03.2017, Бюл. № 8.

5 Гуляев В.Н., Дремина Н.В., Кацидр З.А. и др. Справочник технолога пищеконцентратного и овощесушильного производства. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 488 с.

6 Пат. № 2246226, RU, A23L 1/20, 3/16. Способ получения пищевого белка из зерна нута / Горлов И.Ф., Митрофанов А.З., Сапожникова Л.Г. №2003127474/13; Заявл. 10.09.2003; Опубл. 20.02.2005, Бюл. № 5.

7 Пат. № 1773935, SU, C11B 1/10, A23J 1/14. Способ получения белкового продукта из соевого шрота / Ильясов А.Т., Алиева М.И., Вахабова Д.З., Сарынсакходжаев А.Р. и др. № 4875148; Заявл. 19.10.1990; Опубл. 07.11.1992.

8 Pat. № 4996063, US, A23L 1/105. Method for making a soluble dietary fiber composition from oats / George F. № 373978; Appl. 30.06.1989; Publ. 26.02.1991.

9 Пат. № 2562839, RU, A23L 1/308. Продукт поликонденсации сахарида, способ его получения и его применение / Хамагути Н., Такагути Х., Фудзимото Й., Кимото Ю. и др. № 2013136864/13; Заявл. 13.12.2011; Опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25.

10 Пат. № 2371005, RU, A23L 1/00. Способ производства продукта на зерновой основе для детского и диетического питания / Маслова А.С., Иунихина В.С. № 2008126745/13; Заявл. 02.07.2008; Опубл. 27.10.2009, Бюл. № 30.

11 Пат. № 2302748, RU, A23L 1/20, 1/10. Способ получения пищевого продукта из растительного сырья на основе овса и соевых бобов / Щепочкина Ю.А. № 2006103738/13; Заявл. 08.02.2006; Опубл. 20.07.2007, Бюл. 20.

12 Пат. № 2536581, RU, A23L 1/172, 1/10, 1/40, 2/39. Способ производства пищевых продуктов быстрого приготовления на основе пророщенных злаков / Марцынив Я.Д., Москалев Е.В. № 2013138884/13; Заявл. 20.08.2013; Опубл. 27.12.2014, Бюл. № 36.

13 Пат. № 2463809, RU, A23L 1/172. Пищевой функциональный продукт «Талкан» из пророщенного зерна и способ его производства / Буракаева Г.Д., Буракаев И.Д. № 2009135940/12; Заявл. 28.09.2009; Опубл. 20.10.2012, Бюл. № 29.

14 Пат. № 2226905, RU, A23L 1/164, 1/18, 1/48. Пищевой продукт на зерновой основе / Скобельская З.Г., Попов Е.Ю. № 2001122899/13; Заявл. 16.08.2001; Опубл. 20.04.2004, Бюл. № 11.

15 Пат. № 2196451, RU, A23L 1/10, A23L 1/164, A23L 1/18. Способ получения сухой питательной смеси на зерновой основе / Эльдарханов Т.А., Эльдарханова И.Б., Эльдарханов А.С. № 2000128748/13; Заявл. 2000.11.20; Опубл. 20.01.2003, Бюл. № 2.

16 Кочеткова А.А. Продукты на основе зерновых культур в фокусе приоритетов здорового питания. URL: http://www.rustraditions.info/index.php/nauka-o-zdorovie/231-produkty-na-osnove-zernovykh-kultur-v-fokuse-prioritetov-zdorovogo-pitaniya

17 Шаймерденова Д.А., Чаканова Ж.М., Бекболатова М.Б. и др. Анализ производства зернобобовых культур и перспективы их использования в продуктах питания // Босс-Агро. 2018. № 10 (145).

18 Шаймерденова Д.А., Чаканова Ж.М., Бекболатова М.Б. и др. Изучение возможности использования зерновых и зернобобовых культур Казахстана как основ для продуктов питания // Журнал Механика и Технология. 2018. № 4. С. 89–94.

REFERENCES

1 Gorun E.G., Potapov V.D. Technology and equipment for the production of breakfast cereals. Moscow, Pishchevaya promyshlennost', 1972.145 p. (in Russian).

2 Dragomiretsky Yu. Live power of seedlings. St. Petersburg, Nevskiy prospekt, 1999. (in Russian).

3 Koryachkina S.Ya., Berezina N.A., Khmeleva E.V. Research methods for the properties of raw materials, semi-finished products and finished products. Methods of researching the properties of plant materials: teaching aid for higher vocational education. Orel, FGOU VPO “Gosuniversitet-UNPK”, 2011.297 p. (in Russian).

4 Meleshkina E.P., Krikunova L.N., Vitol I.S. A method of obtaining a protein product from the peripheral parts of the grain. Patent RF, no. 2612907, 2017.

5 Gulyaev V.N., Dremina N.V., Katsidr Z.A. et al. Handbook of a food-concentrate and vegetable-drying production technologist. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1984. 488 p. (in Russian).

6 Gorlov I.F., Mitrofanov A.Z., Sapozhnikova L.G. A method of producing food protein from chickpea grain. Patent RF, no. 2246226, 2005.

7 Ilyasov A.T., Aliyev M.I., Vakhabova D.Z., Sarynsakhodzhaev A.R. et al. A method of obtaining a protein product from soybean meal. Patent USSR, no. 1773935, 1992.

8 George F. Method for making a soluble dietary fiber composition from oats. Patent US, no. 4996063, 1991.

9 Hamaguchi N., Takaguchi H., Fujimoto J., Kimoto Yu. et al. The saccharide polycondensation product, the method for its preparation and its use. Patent RF, no. 2562839, 2015.

10 Maslova A.S., Iunikhina V.S. Method for the production of a grain-based product for baby and diet food. Patent RF, no. 2371005, 2009.

11 Shchepochkina Yu.A. A method of obtaining a food product from plant materials based on oats and soybeans. Patent RF, no. 2302748, 2007.

12 Martsyniv Y.D., Moskalev E.V. Method for the production of instant food products based on germinated cereals. Patent RF, no. 2536581, 2014.

13 Burakaeva G.D., Burakaev I.D. Functional food product "Talkan" from germinated grain and the method of its production. Patent RF, no. 2463809, 2012.

14 Skobelskaya Z.G., Popov E.Yu. Grain-based food product. Patent RF, no. 2226905, 2004.

15 Eldarkhanov T., Eldarkhanova I., Eldarkhanov A. A method of obtaining a dry nutrient mixture on a grain basis. Patent RF, no. 2196451, 2003.

16 Kochetkova A.A. Cereal-based foods are the focus of healthy eating priorities. Available at: http://www.rustraditions.info/index.php/nauka-o-zdorovie/231-produkty-na-osnove-zernovykh-kultur-v-fokuse-prioritetov-zdorovogo-pitaniya (in Russian).

17 Shaimerdenova D.A., Chakanova J.M., Bekbolatova M.B. et al. Analysis of the production of leguminous crops and the prospects for their use in food products. Boss-Agro. 2018. no 10 (145). (in Russian).

18 Shaimerdenova D.A., Chakanova J.M., Bekbolatova M.B. et al. Study of the possibility of using grain and leguminous crops of Kazakhstan as the basis for food products. Journal of Mechanics and Technology. 2018. no. 4. pp. 89–94. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Даригаш А. Шаймерденова к.т.н., в.н.с, ТОО «Научно-производственное предприятие «Инноватор», пер. Тасшокы, 2, г. Нур – Султан, 010000, Казахстан, darigash@mail.ru

Жанара М. Чаканова в.н.с, отдел научных исследований, ТОО «Научно-производственное предприятие «Инноватор», пер. Тасшокы, 2, г. Нур – Султан, 010000, Казахстан, janara_78@mail.ru

Алима А. Махамбетова н.с., отдел научных исследований, ТОО «Научно-производственное предприятие «Инноватор», пер. Тасшокы, 2, г. Нур – Султан, 010000, Казахстан, 1957alyma@mail.ru

Дамира М. Искакова к.э.н., директор, ТОО «Научно-производственное предприятие «Инноватор», пер. Тасшокы, 2, г. Нур – Султан, 010000, Казахстан, damirais61@mail.ru

Адилет А. Есмамбетов студент, ТОО «Научно-производственное предприятие «Инноватор», ТОО «Научно-производственное предприятие «Инноватор», пер. Тасшокы, 2, г. Нур – Султан, 010000, Казахстан, yesmamba@tcd.ie

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Darigash A. Shaimerdenova Cand. Sci. (Engin.), leading researcher , LLP "Scientific and production enterprise" Innovator», trans. of Tussocky, 2, Nursultan, 010000, Kazakhstan , darigash@mail.ru

Janara M. Chakanova leading researcher, research department, LLP "Scientific and production enterprise" Innovator», trans. of Tussocky, 2, Nursultan, 010000, Kazakhstan, janara_78@mail.ru

Alima A. Mahambetova researcher, research department, LLP "Scientific and production enterprise" Innovator», trans. of Tussocky, 2, Nursultan, 010000, Kazakhstan, 1957alyma@mail.ru

Damira M. Iskakova Cand. Sci. (Econ.), director, LLP "Scientific and production enterprise" Innovator», trans. of Tussocky, 2, Nursultan, 010000, Kazakhstan, damirais61@mail.ru

Adilet A. Yesmambetov student, research department, LLP "Scientific and production enterprise" Innovator», trans. of Tussocky, 2, Nursultan, 010000, Kazakhstan, yesmamba@tcd.ie

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.2.2019

ACCEPTED 5.17.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 613.292

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-239-244

Исследование эффективности дополнительного питания у больных с наследственным дефицитом ферментов

Людмила В. Ульянова [1] lusha8722@yandex.ru
Вера С. Леднева [1] lvsmed@yandex.ru
Надежда С. Бурдина [1] nadia-nadezda-2014@yandex.ru
Марина И. Талыкова [1] sd@vsmaburdenko.ru
Анна С. Иванникова [1] ivannikofff@mail.ru
Виктория В. Коломацкая [1] viktoriaklm@mail.ru

[1] Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, ул. Студенческая, 10, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Успешное обеспечение оптимального питания у детей с тяжелыми заболеваниями напрямую зависит от правильно подобранного рациона, а также от добавления специализированных смесей для его коррекции. Цель исследования – изучение эффективности применения дополнительного питания при наследственной ферментопатии (муковисцидозе) у детей. Работа включала трехлетнее наблюдение 69 детей в возрасте от 3-х до 15 лет, страдающих муковисцидозом. Пациенты были разделены на две группы: 37 больных муковисцидозом 1 группы, получавших модифицированный вариант лечения с применением дополнительного энтерального питания и 32 больных муковисцидозом 2 группы, получавших традиционное лечение. В исследовании был проведен сравнительный анализ изменений трофического статуса у пациентов при использовании в диетотерапии смеси для нутритивной поддержки, произведенной в Российской федерации – «Нутриэн-стандарт». Мониторинг лабораторных, функциональных и антропометрических параметров проводился 1 раз в месяц. Значимый прирост показателей физического развития больных был получен только на втором году использования в диете дополнительного питания, $p<0.05$. На 3-м году лечения результаты положительной динамики нутритивного статуса в обеих группах подтверждались, при этом увеличение индекса массы тела в основной группе составило 6.7%, а в контрольной группе – лишь 1% ($p<0.05$). Отмечено, что использование данной смеси позволяет достичь положительной динамики нутритивного статуса у 27% больных и в 73% случаев полностью её ликвидировать. Полученные результаты доказывают целесообразность дополнительного использования смеси «Нутриэн-стандарт» в комплексной терапии больных с наследственным дефицитом ферментов поджелудочной железы, муковисцидозом

Ключевые слова: дополнительное питание, нутритивный статус, муковисцидоз, дети

Study of the effectiveness of supplementary feeding in patients with inherited enzyme deficiency

Lyudmila V. Ulyanova [1] lusha8722@yandex.ru
Vera S. Ledneva [1] lvsmed@yandex.ru
Nadejda S. Burdina [1] nadia-nadezda-2014@yandex.ru
Marina I. Talykova [1] sd@vsmaburdenko.ru
Anna S. Ivannikova [1] ivannikofff@mail.ru
Viktoria V. Kolomackaya [1] viktoriaklm@mail.ru

[1] Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Studencheskaya st., Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The successful provision of optimal nutrition in children with serious diseases depends on the right diet, as well as the addition of specialized mixtures for its correction. The aim of the study was to study the effectiveness of supplemental nutrition in hereditary fermentopathy (cystic fibrosis) in children. The work included a three-year follow-up of 69 children aged 3 to 15 years suffering from cystic fibrosis. Patients were divided into two groups: 37 patients with cystic fibrosis group 1, receiving a modified version of treatment with additional enteral nutrition and 32 patients with cystic fibrosis group 2, receiving traditional treatment. The study conducted a comparative analysis of changes in trophic status in patients using nutritional support mixture produced in the Russian Federation – "Nutrien-standard"in diet therapy. Laboratory, functional and anthropometric parameters were monitored once a month. A significant increase in the physical development of patients was obtained only in the second year of use in the diet of supplementary nutrition, $p<0.05$. At the 3rd year of treatment, the results of positive dynamics of nutritional status in both groups were confirmed, while the increase in body mass index in the main group was 6.7%, and in the control group-only 1% ($p<0.05$). It is noted that the use of this mixture allows to achieve positive dynamics of nutritional status in 27% of patients and in 73% of cases to completely eliminate it. The obtained results prove the expediency of additional use of "Nutrient-standard" mixture in the complex therapy of patients with hereditary pancreatic enzyme deficiency, cystic fibrosis

Keywords: supplemental nutrition, nutritional status, cystic fibrosis, children

Для цитирования

Ульянова Л.В., Леднева В.С., Бурдина Н.С., Талыкова М.И., Иванникова А.С., Коломацкая В.В. Исследование эффективности дополнительного питания у больных с наследственным дефицитом ферментов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 239–244. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-239-244

For citation

Ulyanova L.V., Ledneva V.S., Burdina N.S., Talykova M.I., Ivannikova A.S., Kolomackaya V.V. Study of the effectiveness of supplementary feeding in patients with inherited enzyme deficiency. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 239–244. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-239-244

Введение

Хронические заболевания неблагоприятно влияют на состояние питания (нутритивный, трофический статус), из-за чего снижается эффективность проводимого лечения, увеличивает длительность стационарного пребывания больного и возрастает риск отрицательного прогноза заболевания [1–3]. У детей, болеющих муковисцидозом (МВ), отмечается дефицит макро- и микро-нутриэнтов в организме из-за чего развивается белково-энергетическое истощение и питательная недостаточность [4]. Вследствие деструкции поджелудочной железы при муковисцидозе происходит уменьшение количества пищеварительных ферментов, нарушается переваривание и всасывание жиров и белков. Стабильный трофический статус, характеризующийся относительно постоянным поддержанием концентрации питательных веществ – одно из кардинальных условий преодоления полиорганной патологии при этом тяжелом наследственном заболевании [5, 6]. Увеличение продолжительности и улучшение качества жизни больных тесно взаимосвязаны с оптимальной нутриционной поддержкой [7]. Дети с муковисцидозом нуждаются в высококалорийном питании, большем количестве белка и других нутриентов [8–10]. При муковисцидозе энергетические потребности высоки, они составляют от 120 до 150% от рекомендованной пищевой потребности. Выполнение этих диетических рекомендаций довольно проблематично, так как дети школьного возраста и подростки не осознают необходимости поддержания и прибавления массы тела. В то время как их родители настаивают на необходимости пищевой дисциплины, что ведет к «насильственному кормлению» и негативно сказывается на семейных взаимоотношениях [11]. Смеси для дополнительной энтеральной поддержки (ДЭП) разнообразны и в зависимости от своего состава могут быть использованы для лечения дефицита питания при различных заболеваниях.

В связи с этим искусственное лечебное питание у больных с МВ можно применять в качестве индивидуальной диетотерапии, тем самым компенсируя обменные нарушения, и восполняя энергопластические потребности организма ребенка, так как сохранение нормального физического развития – кардинальная задача в лечении детей, больных МВ. Поэтому исследование эффективности лечения детей специализированным питанием отечественного производства, с последующей оценкой трофологического статуса и динамики физического развития на проводимую алименацию у детей с наследственным дефицитом ферментов является актуальной задачей.

Материалы и методы

В течение 3 лет наблюдения было обследовано 69 детей с муковисцидозом. Критерии включения в исследование: возраст ребенка от 3 до 15 лет, добровольное согласие ребенка и родителей на выполнение всех требований исследования.

Группы наблюдения включали: 37 детей с муковисцидозом 1-й группы, которые дополнительно к основной терапии получали модифицированный вариант лечения с добавлением дополнительного энтерального питания и 32 ребенка с муковисцидозом 2-й группы, получавшие традиционное лечение. Возраст всех пациентов был в пределах от 3 до 14 лет. Обе группы больных были сходны по тяжести заболевания, возрасту и характеру не только мутаций, но и бактериального высева. У детей из 1-й группы совместно с лечением и диетотерапией применялся отечественный продукт дополнительной энтеральной коррекции смесь «Нутриэн-стандарт».

Оценка функциональных, лабораторных и антропометрических параметров осуществлялась исходя из индивидуальных протоколов наблюдения и лечения и проводилась 1 раз в месяц на протяжении 3 лет.

Калорийность питания рассчитывалась в соответствии с рекомендованной калорийностью питания для здоровых детей той же возрастной группы, рекомендуемая институтом питания РАМН, учитывая дополнительную коррекцию основных макро- и микронутриентов и энергии (до 150% от потребностей здоровых детей) (таблица 1).

По окончанию работы был выявлен самый удобный способ оценки рациона больных МВ – заполнение дневника питания в течение всей недели с дальнейшим его анализом. Оценка нутритивного статуса детей с муковисцидозом проводилась при помощи индекса массы тела (ИМТ) по Quetelet: масса (кг) / [рост (м)]^2.

Вычисление перцентилей ИМТ осуществлялось с помощью программ ВОЗ: WHO Anthro (для детей до 5 лет) и WHO Anthro plus (для детей старше 5 лет). Согласно рекомендациям европейского консенсуса по питанию пациентов, больных муковисцидозом, если начальные показатели веса и роста находятся в интервале 85–90% у детей или ИМТ менее 18,5, то данным пациентам необходимы пероральные энергетические добавки.

Таблица 1.

Рекомендации по суточному содержанию основных нутриентов в рационе больных муковисцидозом по сравнению с рационом для здоровых детей той же возрастной группы

Table 1.

Recommendations on the daily content of the main nutrients in the diet of patients with cystic fibrosis compared with the diet for healthy children of the same age group

Возраст (лет) Age (year)	Среднесуточное содержание в рационе питания детей The average daily content in the diet of children					
	Белки, г Proteins, g		Жиры, г Fats, g		Углеводы, г Carbohydrates, g	
	Больные муковисцидозом Cystic fibrosis patients	Здоровые Healthy	Больные муковисцидозом Cystic fibrosis patients	Здоровые Healthy	Больные муковисцидозом Cystic fibrosis patients	Здоровые Healthy
2 – 3	84,3	53,0	97,6	53,0	297,0	212,0
4 – 6	98,0	68,0	112,0	68,0	306,0	212,0
7 – 10	77,0	86,0	95,0	79,0	350,0	335,0
11 – 13	96,0	90,0	118,0	92,0	421,0	330,0
14 – 15	118,0	98,0	136,0	100,0	550,0	425,0

Оценка нарушения питания проводилась следующим образом:

- отсутствие нарушения питания (26-й – 75-й перцентиль),
- легкое нарушение питания (25-й – 10-й перцентиль),
- умеренное снижение питания (9-й – 5-й перцентиль),
- выраженное снижение питания (ниже 5-го перцентиля).

Исходные расстройства нутритивного статуса выявлены у 100% больных 2 групп: при этом выраженное снижение питания – у 27% (ИМТ ниже 17,5), у 73% – умеренное снижение питания (ИМТ ниже 18,5).

Для анализа результатов динамического наблюдения за 2 группами больных проводился сравнительный анализ параметров с помощью статистических методов исследования. В работе использовались методы параметрической и непараметрической математической статистики (коэффициент ранговой корреляции Спирмена, тест Манна-Уитни), методы регрессионного анализа. Все расчеты были выполнены в программах «MSExel 2007», «Statistica 7».

Результаты и обсуждение

После оценки степени трофических нарушений детям из 1- и 2-й группы была рекомендована персонифицированная диетотерапия, которая учитывала дополнительную коррекцию основных макро- и микронутриентов и энергии. Меню пациенту рассчитывалось на 7 дней. Процент содержания белка в рационе ребенка, больного муковицидозом, был выше нормы на 20%, процент жиров – на 30%. Дефицит необходимой калорийности питания компенсировали за счет углеводов, количество которых превышало норму на 10%, что отвечало национальным рекомендациям по питанию (таблица 1). На количество калорий животного происхождения в рационе ребенка отводилось до 50%. Были рекомендованы высокобелковые продукты (мясо, рыба, творог), молочные продукты от 500 до 800 мл в день. Из жиров в рационе предпочтение отдавалось жирам с полиненасыщенными жирными кислотами (растительные масла, жир морских рыб), продукты, содержащие насыщенные жирные кислоты (жирное мясо, колбасы, молочные жиры), было рекомендовано ограничить. Из углеводов в диету были включены фрукты, сахар, мед, варенье. Грубую клетчатку и волокна (цельнозерновые каши, неочищенные овощи и фрукты) было рекомендовано ограничить, так как они увеличивают объем каловых масс и усиливают метеоризм.

Всем детям с МВ из основной группы, кроме диеты, которая включала в себя повышенное употребление нутриентов и калорий, был назначен продукт дополнительной энтеральной коррекции – изокалорийная (1мл – 1 ккал) полимерная смесь «Нутриэн-стандарт» («ЗАО «Инфаприм» Россия, (свидетельство о гос. регистрации № RU.77.99.19.005 E 001754.0313 от 7.03.13, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, сертификат соответствия C-RU. АЯ 85.В.00325) (рисунок 1).

Рисунок 1. Смесь для дополнительного энтерального питания «Нутриэн-стандарт»

Figure 1. Mixture for additional enteral nutrition “Nutrien-standard”

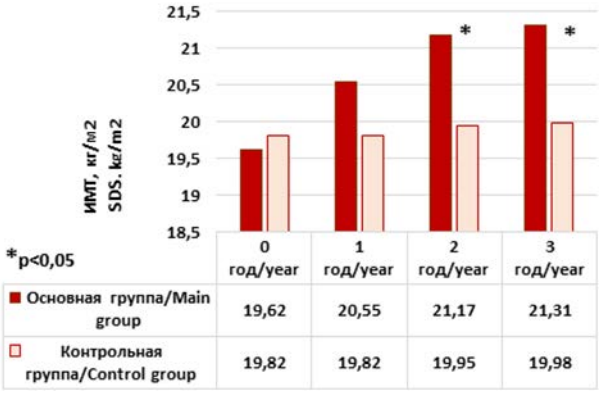
Уникальность состава смеси:

- белковая часть представлена легкоусвояемым, биологически высокоценным нативным белком молока;
- жировая часть представлена смесью из среднецепочечных триглицеридов и натуральных растительных масел;
- углеводная часть представлена смесью из мальтодекстринов;
- соотношение и состав углеводных компонентов создают низкую осмолярность и хорошие органолептические свойства.

Целевыми значениями физического развития у ребенка с муковисцидозом при оптимальной диетотерапии являлись показатели, которые соответствовали нормальным цифрам физического развития у здоровых детей той же возрастной группы и пола.

Изучение эффективности использования ДЭП, смеси «Нутриэн-стандарт» у детей с МВ посредством мониторинга ИМТ, позволило получить убедительные данные о положительном эффекте энтеральной коррекции питания на параметры физического развития пациентов (рисунок 2).

В начале исследования значимого отличия среднего значения ИМТ у детей из основной и контрольной группы не было, $p > 0,05$. В течение первого года диетотерапии различия в параметрах физического развития не были достоверными, $p > 0,05$. Первые значимые результаты роста значений массы и роста больных были получены на втором году использования в диете дополнительного питания, $p < 0,05$. В дальнейшем (3-й год лечения) результаты положительной динамики нутритивного статуса в обеих группах подтверждались, при этом непосредственное увеличение ИМТ в основной группе, где дети получали ДЭП, составило 6,7%, а в контрольной группе лишь 1% ($p < 0,05$), что доказывает более выраженное положительное влияние дополнительного питания на основные параметры физического развития в сравнении с пациентами, соблюдавшими стандартную терапию.



*p<0,05	0 год/year	1 год/year	2 год/year	3 год/year
Основная группа/Main group	19,62	20,55	21,17	21,31
Контрольная группа/Control group	19,82	19,82	19,95	19,98

Рисунок 2. Динамика индекса массы тела пациентов основной и контрольной группы в течение 3 лет наблюдения

Figure 2. Dynamics of body mass index of patients of the main and control groups during 3 years of follow-up

Использование смеси «Нутриэн-стандарт» в диетотерапии больных с муковисцидозом позволило достичь положительной динамики в нутритивном статусе у 27% больных и в 73% случаев полностью устранить нарушения в нем.

Заключение

Установлена высокая эффективность длительного применения отечественной смеси энтеральной коррекции для обеспечения оптимального питания больных с тяжелым расстройством нутритивного статуса. Доказана целесообразность дополнительного использования смеси «Нутриэн-стандарт» в комплексной терапии больных с наследственным дефицитом ферментов поджелудочной железы, муковисцидозом.

ЛИТЕРАТУРА

1 Авдеев С.Н., Амелина Е.Л., Ашерова И.К. и др. Муковисцидоз. Москва: Медпрактика-М, 2014. 671 с.

2 Медицинские вопросы и проблемы подростков, больных муковисцидозом: пер. О.В. Киготко. Санкт-Петербург: ООО «Прогресс книга», 2015. 160 с.

3 Ульянова Л.В., Ивлева В.Н., Ивлев А.Н. Программа «Комплексная система оценки белково-энергетической недостаточности и расчет оптимальной диетотерапии детей больных муковисцидозом» // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов «Наука и образование». 2014. Т. 1. № 2. С. 67.

4 Кондратьева Е.И. Энтеральное питание при муковисцидозе // Вопросы детской диетологии. 2016. Т. 13. № 2. С. 22–34.

5 Кондратьева Е.И., Капранов Н.И., Шерман В.Д., Каширская Н.Ю. Актуальные вопросы диагностики муковисцидоза // Практика педиатра. 2015. № 2. С. 20–27.

6 Леднева В.С., Ульянова Л.В., Талыкова М.И., Бурдина Н.С. Организация медико-социальной помощи больным муковисцидозом (опыт работы регионального центра). Воронеж: Научная книга, 2018. 174 с.

7 Schwarzenberg S.J. Enteral tube feeding for individuals with cystic fibrosis: Cystic Fibrosis Foundation evidence-informed guidelines // Journal of cystic fibrosis. 2016. V. 15. № 724. P. 35.

8 Pitman R.T., Mui M., Michelson P.H., Manary M.J. Ready-to-use supplemental food for nutritional supplementation in cystic fibrosis // Current developments in nutrition. 2019. v. 3. № 5. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31011716. doi: 10.1093/cdn/nzz016

9 Gonska T. The gut is a key player in cystic fibrosis malnutrition // Journal of pediatric gastroenterology and nutrition. 2016. V. 62. № 4. P. 518–519.

10 Castellani C., Duff A.J.A., Bell S.C., Heijerman H.G.M. et al. ECFS best practice guidelines: the 2018 revision // Journal of cystic fibrosis. 2018. № 17. P. 153–178. doi: https://doi.org/10.1016/j.jcf.2018.02.006.

11 Kashirskaya N.Y., Kapranov N.I., Sander-Struckmeier S., Kovalev V. Safety and efficacy of Creon® Micro in children with exocrine pancreatic insufficiency due to cystic fibrosis // Journal of cystic fibrosis. 2015. v. 14. № 2. p. 275–81.

REFERENCES

1 Avdeev S.N., Amelina E.L., Asherova I.K. et al. Cystic fibrosis. Moscow, Medpraktika-M, 2014. 671 p. (in Russian).

2 Medical issues and problems of adolescents with cystic fibrosis: trans. O.V. Kigotko. St. Petersburg: Progress Kniga LLC, 2015. 160 p. (in Russian).

3 Ulyanova L.V., Ivleva V.N., Ivlev A.N. The program “A comprehensive system for assessing protein-energy deficiency and the calculation of optimal diet therapy for children with cystic fibrosis”. Chronicles of the joint fund of electronic resources “Science and Education”. 2014. vol. 1. no. 2. pp. 67. (in Russian).

4 Kondratyev E.I. Enteral nutrition for cystic fibrosis. Issues of children's nutrition. 2016. vol. 13. no. 2. pp. 22–34. (in Russian).

5 Kondratyeva E.I., Kapranov N.I., Sherman V.D., Kashirskaya N.Yu. Topical issues in the diagnosis of cystic fibrosis. Pediatrician practice. 2015. no. 2. pp. 20–27. (in Russian).

6 Ledneva V.S., Ulyanova L.V., Talykova M.I., Burdina N.S. Organization of medical and social assistance to patients with cystic fibrosis (regional center experience). Voronezh, Nauchnaya kniga, 2018, 174 p. (in Russian).

7 Schwarzenberg S.J. Enteral tube feeding for individuals with cystic fibrosis: Cystic Fibrosis Foundation evidence-informed guidelines. Journal of cystic fibrosis. 2016. vol. 15. no. 724. pp. 35.

8 Pitman R.T., Mui M., Michelson P.H., Manary M.J. Ready-to-use supplemental food for nutritional supplementation in cystic fibrosis. Current developments in nutrition. 2019. vol. 3. no. 5. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31011716. doi: 10.1093/cdn/nzz016.

9 Gonska T. The gut is a key player in cystic fibrosis malnutrition. Journal of pediatric gastroenterology and nutrition. 2016. vol. 62. no. 4. pp. 518–519.

10 Castellani C., Duff A.J.A., Bell S.C., Heijerman H.G.M. et al. ECFS best practice guidelines: the 2018 revision. Journal of cystic fibrosis. 2018. no. 17. pp. 153–178. doi: https://doi.org/10.1016/j.jcf.2018.02.006

11 Kashirskaya N.Y., Kapranov N.I., Sander-Struckmeier S., Kovalev V. Safety and efficacy of Creon® Micro in children with exocrine pancreatic insufficiency due to cystic fibrosis. Journal of cystic fibrosis. 2015. vol. 14. no. 2. pp. 275–81.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила В. Ульянова д.м.н., профессор, кафедра факультетской педиатрии,Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко,ул. Студенческая, 10, г. Воронеж, 394036, Россия, lusha8722@yandex.ru

Вера С. Леднева д.м.н., заведующий кафедрой, кафедра факультетской педиатрии, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, ул. Студенческая, 10, г. Воронеж, 394036, Россия, lvsmed@yandex.ru

Надежда С. Бурдина к.м.н., доцент, кафедра пропедевтики внутренних болезней, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, ул. Студенческая, 10, г. Воронеж, 394036, Россия, nadia-nadezda-2014@yandex.ru

Марина И. Талыкова к.м.н., ассистент, кафедра организации сестринского дела, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, ул. Студенческая, 10, г. Воронеж, 394036, Россия, sd@vsmaburdenko.ru

Анна С. Иванникова к.м.н., доцент, кафедра факультетской педиатрии, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, ул. Студенческая, 10, г. Воронеж, 394036, Россия, ivannikofff@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyudmila V. Ulyanova Dr. Sci. (Med.), professor, department of faculty pediatrics, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Studencheskaya str., 10, Voronezh, 394036, Russia, lusha8722@yandex.ru

Vera S. Ledneva Dr. Sci. (Med.), head of department, department of faculty pediatrics, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Studencheskaya str., 10, Voronezh, 394036, Russia, lvsmed@yandex.ru

Nadejda S. Burdina Cand. Sci. (Med.), associate professor, propedeutics of internal diseases department, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Studencheskaya str., 10, Voronezh, 394036, Russia, nadia-nadezda-2014@yandex.ru

Marina I. Talykova Cand. Sci. (Med), assistant, nursing organization department, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Studencheskaya str., 10, Voronezh, 394036, Russia, sd@vsmaburdenko.ru

Anna S. Ivannikova Cand. Sci. (Med), associate professor, faculty pediatrics department, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Studencheskaya str., 10, Voronezh, 394036, Russia, ivannikofff@mail.ru

Виктория В. Коломацкая ассистент, кафедра факультетской педиатрии, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, ул. Студенческая, 10, г. Воронеж, 394036, Россия, viktoriaklm@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила В. Ульянова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Вера С. Леднева обзор литературных источников по исследуемой проблеме
Надежда С. Бурдина выполнила расчет
Марина И. Талыкова техническая обработка материалов
Анна С. Иванникова, Виктория В. Коломацкая выполнили эксперимент

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.05.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 03.06.2019

Viktoria V. Kolomackaya assistant, faculty pediatrics department, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Studencheskaya str., 10, Voronezh, 394036, Russia, viktoriaklm@mail.ru

CONTRIBUTION

Lyudmila V. Ulyanova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Vera S. Ledneva review of the literature on the problem under study
Nadejda S. Burdina performed calculation
Marina I. Talykova technical processing of materials
Anna S. Ivannikova, Viktoria V. Kolomackaya performed the experiment

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.14.2019

ACCEPTED 6.3.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 621.384.6, 579.676

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-245-249

Установление тест-культуры для изучения воздействия ионизирующего излучения на условно-патогенную и патогенную микрофлору пищевых продуктов

Жанна А. Семенова [1] zhanna.kalinina2011@yandex.ru
Михаил Т. Левшенко [1] lev-mika@yandex.ru
Анастасия Ю. Колоколова [1] aykolokolova@yandex.ru
Наталья В. Илюхина [1] inv63@mail.ru
Мадинат Н. Курбанова [1] sk5969@yandex.ru

[1] ВНИИ технологии консервирования – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная 78., Видное, 142703, Россия

Аннотация. Учитывая особую значимость микробного обсеменения продуктов питания в возникновениях острых кишечных инфекционных заболеваний и пищевых отравлений, особое внимание уделяется мониторингу микробиологической чистоты продовольственного сырья и пищевых продуктов. Обработка пищевой продукции ионизирующим излучением – это перспективная технология борьбы с микроорганизмами порчи, с патогенными и условно-патогенными микроорганизмами, которые являются возбудителями опасных заболеваний. В исследованиях антибактериальной эффективности ионизационного облучения используются вегетативные формы микроорганизмов. Однако работа с такими формами микроорганизмов для изучения воздействия ионизирующего излучения затруднена ввиду необходимости использования в исследованиях только активно растущую культуру, чувствительную к ионизирующему излучению и различным факторам внешней среды, которые являются неотъемлемым условием процесса обработки модельных объектов. При изучении воздействия ионизирующего излучения на микрофлору пищевых продуктов в работе описано исследование возможности использования в качестве тест-культуры аскоспоры гриба *Aspergillus fischeri* вместо вегетативных форм патогенных и условно-патогенных культур. Аскоспоры грибов рода *Aspergillus fischeri* используются в качестве тест-культуры при разработке режимов пастеризации плодоовощной продукции. Показано, что аскоспоры *A. fischeri* и *Salmonella enterica* имеют более высокую устойчивость к ионизирующему излучению в диапазоне от 1 до 5 кГр при мощности обработки 10 МэВ по сравнению с клетками *Escherichia coli и Listeria monocytogenes*. Поэтому рекомендуется при разработке режимов обработки ионизирующим излучением пищевых продуктов использовать в качестве тест-культуры аскоспоры гриба *A. fischeri* вместо вегетативных форм бактерий.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, устойчивость микроорганизмов, тест-культура, патогенные микроорганизмы, условно-патогенные микроорганизмы

Establishment of a test culture to study the effects of ionizing radiation on the opportunistic and pathogenic microflora of food

Zhanna A. Semenova [1] zhanna.kalinina2011@yandex.ru
Michail T. Levshenko [1] lev-mika@yandex.ru
Anastasiay Yu. Kolokolova [1] aykolokolova@yandex.ru
Natal'ay V. Ilyuhina [1] inv63@mail.ru
Madinat N. Kurbanova [1] sk5969@yandex.ru

[1] All-Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of the Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbatov of RAS, Shkol'naya str., 78, Vidnoe, 142703, Russia

Abstract. Due to the special importance of food in the emergence of acute intestinal infectious diseases and bacterial food poisoning, special attention is paid to the microbiological purity monitoring of food raw materials and food products. Ionizing radiation processing of food – is a promising technology for combating both microorganisms causing spoilage and pathogenic and opportunistic microorganisms – pathogens of dangerous diseases. However, work with vegetative forms of these microorganisms to study the effects of ionizing radiation is difficult because of the need to use in experiments only actively growing culture, which is sensitive to various environmental factors. When studying the effect of ionizing radiation on the microflora of food products, this study describes the investigation of the possibility of using as a test-culture the ascospores of the fungus Aspergillus fischeri instead of vegetative forms of pathogenic and opportunistic cultures. Ascospores of the fungus Aspergillus fischeri are used as a test culture in the development of pasteurization regimes of fruit and vegetable products. A. fischeri ascospores have been shown to have higher resistance to ionizing radiation in the range from 1 to 5 kGy at capacity 10 MeV in comparison with Salmonella enterica, Escherichia coli and Listeria monocytogenes cells. Therefore, in the development of ionizing radiation food processing regimes it is recommended to use ascospores of the fungus A. fischeri as a test culture instead of vegetative forms of bacteria.

Keywords: ionizing radiation, resistance of microorganisms, test-culture, pathogenic microorganisms, opportunistic microorganisms

Для цитирования

Семенова Ж.А., Левшенко М.Т., Колоколова А.Ю., Илюхина Н. В., Курбанова М.Н. Установление тест-культуры для изучения воздействия ионизирующего излучения на условно-патогенную и патогенную микрофлору пищевых продуктов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 245–249. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-245-249

For citation

Semenova Zh.A., Levshenko M.T., Kolokolova A.Yu., Ilyuhina N.V. Kurbanova M.N. Establishment of a test culture to study the effects of ionizing radiation on the opportunistic and pathogenic microflora of food. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 245–249. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-245-249

Введение

Проблема безопасности и качества продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье человека, так как именно с пищей в организм наряду с питательными веществами могут попадать и патогенные микроорганизмы.

Обработка пищевых продуктов ионизирующим излучением позволяет улучшить их качество путем уничтожения патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, а также снижения количества микроорганизмов, вызывающих порчу продуктов. По сравнению с традиционными методами обработки пищевых продуктов радиационные технологии более экономичные и безопасные, они исключают или уменьшают применение термического воздействия, пищевых консервантов, пестицидов и других химических препаратов [1–3].

Наиболее важным показателем, отвечающим за безопасность пищевой продукции, является микробиологическая чистота, регламентируемая нормативными документами, в частности техническими регламентами.

В настоящее время разработана нормативная база по применению радиационных технологий в пищевой отрасли. Однако перечень документации, регламентирующей применение подобных технологий, ограничен. В приложении 5 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» указано, что на таможенной территории Таможенного союза к обращению не допускается мясо птицы и некоторые виды другого продовольственного сырья, обработанные ионизирующим излучением / облучением. Следовательно, вся остальная пищевая продукция, кроме перечисленной, заслуживает изучения вопроса обработки ионизирующим излучением.

Ионизирующим излучением ежегодно в мире облучается более 700 тыс. т пищевой продукции в 69 странах мира [4].

Установлено, что при дозе облучения пищевой продукции от 1 до 5 кГр большинство микроорганизмов погибает. Дальнейшее увеличение дозы облучения отрицательно сказывается на органолептических показателях [5].

Проведенные исследования подтвердили перспективность метода обеззараживания с помощью гамма-излучения и ускоренных электронов. Обработка ионизирующим излучением в настоящее время международно признана в качестве эффективного метода обеззараживания для поддержания качества продуктов питания [4–7]. В разных странах мира максимально допустимая доза облучения продуктов питания различная. В 1981 г. объединенный комитет экспертов ФАО, МАГАТЭ и ВОЗ пришел к выводу о том, что облучение любого пищевого продукта с дозами, не превышающими 10 кГр, не вызывает токсического действия и не требуются дальнейшие токсикологические исследования обработанной продукции. А в 2011 г. Европейское агентство по безопасности пищевой продукции (EFSA) подтвердило эффективность радиационной обработки для обеспечения микробиологической безопасности продуктов питания и перспективность использования ионизирующих излучений в агробиотехнологиях [4]. Результаты исследований, проведенных в США и странах Европы, показывают, что облученные продукты безопасны и пригодны к употреблению (не содержат остаточной радиации). При такой обработке потери белков, жиров и углеводов не отличаются от потерь после других технологических обработок продуктов [8–9].

Проведенные нами исследования по обработке ягод показали целесообразность воздействия γ-излучением и ускоренными электронами для увеличения сроков хранения [6].

Механизм воздействия ионизирующего излучения связан с ионизацией молекул микроорганизмов, что приводит к подавлению их развития и даже гибели. При облучении пищевого продукта максимальная доза должна быть меньше той, при которой могла бы возникнуть опасность для потребителя или которая может отрицательно сказаться на функциональных или органолептических свойствах продукта.

Для подбора оптимальной дозы обработки ионизирующим излучением пищевых продуктов обычно используется их искусственное заражение патогенными или условно-патогенными микроорганизмами – тест-культурами [10–11]. Как правило, для заражения используется активная суточная культура этих микроорганизмов. Однако работа с такими культурами затруднительна, так как вегетативные клетки этих микроорганизмов чувствительны к воздействию различных факторов внешней среды, которые в ходе эксперимента не только могут размножаться, но и могут погибать. Поэтому для отработки параметров воздействия ионизирующего излучения на микрофлору пищевых продуктов мы проверили возможность замены вегетативных форм проверяемых культур более устойчивыми формами – аскоспорами. Для этого были использованы аскоспоры гриба *A. fischeri*, рекомендуемые как тест-культура для определения режимов пастеризации консервируемой плодоовощной продукции [12].

Цель работы – определить возможность замены суточных культур *S. enterica, E. coli, L. monocytogenes* аскоспорами тест – культуры *A. fischeri* при изучении воздействия ионизирующего излучения с различными дозами облучения на микрофлору пищевых продуктов.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись культуры, нанесенные на поверхность модельных сред. В качестве вегетативных форм культур были выбраны музейные штаммы микроорганизмов: *E. coli* АТСС 8739 ВКПМ В-11419, полученный из ФГУП «ГосНИИгенетика», *S. enterica subsp. Enterica serovar Typhimurium* АТСС 14028 В-4922, полученный из ФБУН ГНЦ ПМБ, *L. monocytogenes* 766, полученный из ФБУН ФИЦВиМ, а в качестве споровой культуры использовали аскоспоры штамма *A. fischeri* ВКМG-83, полученные из коллекции ИБФМ РАН.

Суспензии изучаемых вегетативных форм культур получали путем смыва активированной 24-часовой культуры, выросшей в пробирках на скошенном под углом в 30° мясопептонном агаре (МПА) объёмом 6 см^3.

Для определения эффективности воздействия ионизирующего излучения на ингибирование вегетативных форм микроорганизмов использовали искусственные модельные среды, имитирующие свойства поверхности пищевого продукта. Исследования на искусственной модельной среде были выбраны с целью исключения попадания посторонней микрофлоры с поверхности растительного сырья, они позволяли выявить динамику ингибирования только внесенного вида микроорганизма. В качестве модельной среды использовали стандартный питательный мясопептонный агар (МПА), обладающий необходимым набором питательных веществ, способствующий поддержанию жизнеспособных микроорганизмов в процессе транспортировки и проведения экспериментальной работы. Заражение модельной среды проводили путем поверхностного нанесения 0,1 см^3 суточных культур микроорганизмов в концентрации 10^8 КОЕ / см^3 на заранее подготовленный и разлитый в чашки Петри и застывший МПА объемом 20 мл с дальнейшим распределением суспензии по поверхности чашки с применением стерильного шпателя.

Для получения споровой суспензии *A. fischeri* чашки Петри с агаром Сабуро (питательный агар для культивирования микроорганизмов, Россия) инокулировали 2–3 каплями взвеси созревших конидий культуры в стерильной воде и растирали стерильным шпателем по поверхности агара. Посевы термостатировали 10–14 сут при 30 °С, выдерживали 20 сут при комнатной температуре и затем, при необходимости, хранили до 1 месяца в холодильнике при 2–4 °С.

Непосредственно перед использованием аскоспоры смывали с поверхности агара в чашках Петри 10–15 см^3 стерильной воды. Полученная смесь содержала не менее 10^8 аскоспор в 1 см^3, ее использовали в течение 1–3 суток для определения параметров устойчивости спор к ионизирующему излучению. Суспензию аскоспор концентрацией 10^8 в 1 см^3 среды наносили аналогично бактериальной на поверхность питательной застывшей среды Сабуро в количестве 0,1 см^3 на 1–2 ч. За этот срок споровая суспензия на чашках Петри подсыхала. После этого зараженные чашки хранили при необходимости в холодильнике при температуре 2–4^o С до 3 сут.

Проверка устойчивости суспензий изучаемых видов микроорганизмов, нанесенных на поверхность модельных сред, проводилась обработкой ионизирующим излучением с энергией пучка 10 МэВ с задаваемой дозой поглощения 0–0,8–1,0–2,0–3,0–4,0–5,0 кГр на установке компании «Теклеор», (Россия, г. Обнинск).

Обработку экспериментальных данных для установления дозы поглощения энергии D, кГр, микроорганизмами проводили по формуле:

$$D = 8,64 \cdot A^{1,027},$$

где А – оптическая плотность контрольной пленки.

Эффективность воздействия обработки проверяли путем определения количества начальной и остаточной микрофлоры в экспериментальных образцах. После обработки образцов проводили смыв микроорганизмов с поверхности чашки 10 см^3 пептонный воды с последующим высевом с разведением или без на стандартную среду МПА. Чашки Петри, содержавшие после облучение небольшое количество микроорганизмов (менее 300, но более 15), помещались в термостат для образования колоний и последующего визуального их подсчета. Микробиологические исследования экспериментальных образцов проводили согласно действующей нормативной документации по определению количества мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов по ГОСТ 10444.15–95 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов».

Подсчет количества микроорганизмов, выросших на плотной питательной среде, проводили способом прямого подсчета числа колоний по ГОСТ ISO 7218–2011 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Общие требования и рекомендации по микробиологическим исследованиям». При этом рассчитывали число микроорганизмов N,

присутствующих в пробе, как средневзвешенное значение из двух подсчетов последовательных разведений по формуле:

$$N = \frac{\sum C}{1{,}1V \cdot d},$$

где $\sum C$ – сумма колоний, подсчитанных в 2 чашках Петри, выбранных для подсчета из 2 последовательных разведений; V – объем посевного материала, внесенного в каждую чашку Петри (см^3); d – коэффициент разведения, соответствующий первому выбранному разведению (в случае отсутствия разведения – $d = 1$). Результат вычисления округляли до 2 значащих цифр.

Результаты и обсуждение

В результате исследований получены данные по эффективности обработки культур под воздействием ионизирующего излучения с различными дозами облучения (рисунок 1).

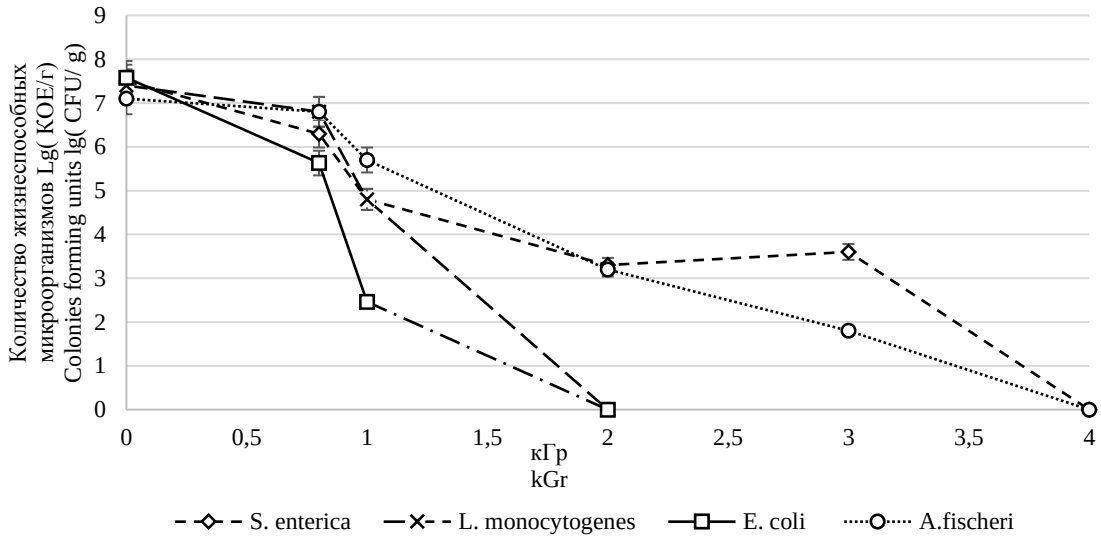


Рисунок 1. Динамика ингибирования микрофлоры под воздействием ионизирующего излучения с энергией пучка 10 МэВ

Figure 1. Dynamics of inhibition of microflora under the influence of ionizing radiation with a beam energy of 10 MeV

Исследования показали, что наибольшей устойчивостью облученных бактерий обладают культура *Salmonella* и аскоспоры *A. fischeri*. Динамики ингибирования остальных изученных вегетативных культур фактически повторяют друг друга, полное ингибирование которых наступает при 1,5–2,0 кГр, в то время как для культуры *Salmonella* при облучении с интенсивностью 2–3 кГр появляется зона плато. Полное ингибирование устойчивых видов микроорганизмов наступает при 4 кГр.

Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что аскоспоры гриба *A. fischeri* и *Salmonella enterica* имеют более высокую устойчивость к ионизирующему излучению в диапазоне от 1 до 5 кГр при мощности обработки 10 МэВ по сравнению с клетками *Escherichia coli и Listeria monocytogenes*. Изучение воздействия ионизирующего излучения на вегетативные формы микроорганизмов затруднено ввиду необходимости использования в исследованиях только активно растущую культуру, чувствительную к различным факторам внешней среды, которые являются неотъемлемым условием процесса обработки модельных объектов.

Исследования показали возможность замены устойчивых штаммов вегетативной формы микроорганизмов споровыми, которые рекомендуются для разработки режимов стерилизации ионизационным излучением пищевой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1 Sundaralingam R. A Debate on Safety of the Irradiated Food // International Journal of Research Studies in Microbiology and Biotechnology. 2017. V. 3. № 4. P. 4–5. doi: 10.20431/2454–9428.0304002

2 Fellows P.J. Food Processing Technology: Principles and Practices. Elsevier, 2018. 1152 p.

3 Barba F. et al. Innovative Technologies for Food Preservation: Inactivation of Spoilage and Pathogenic Microorganisms. Academic Press, 2018. 329 p.

4 Санжарова Н.И. Перспективы применения радиационных технологий в агропромышленном комплексе Российской Федерации. Обнинск, 2016.

5 Chiaravalle A., Mangiacotti M., Marchesani G., Vegliante G. Electrons pin resonance (ESR) detection of irradiated fish containing bone (gilthead sea bream, cod, and sword fish) // Vet Res Commun. 2010. № 34 (1). P. 149–152.

6 Курбанова М.Н., Левшенко М.Т., Колоколова А.Ю., Семенова Ж.А. и др. Влияние γ- и уф- излучений на микробиальную обсемененность черной смородины и вишни // Известия Вузов. Пищевая технология. 2018. № 5–6. С. 64–66.

7 Хабибуллина Р.Н., Дуборасова Т.Ю., Пономарев В.Я. Проблемы сохранения качества креветок мороженых в процессе хранения // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 7. С. 208–211.

8 Robertson R.E. Food irradiation. Available Research Indicates That Benefits Outweigh Risks. 2000.

9 Илюхина Н.В., Колоколова А.Ю. Закономерности ингибирования культуры *Salmonella* // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 209–212.

10 Илюхина Н.В., Колоколова А.Ю., Прокопенко А.В., Филипович В.П. Исследование эффективности облучения биологических объектов с применением пучка ускоренных электронов // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: сборник докладов международной научно-практической конференции. 2018. С. 76–80.

11 Бабарин В.П. Стерилизация консервов: Справочник. СПб: ГИОРД, 2006. 312 с.

12 Polovka M., Suhaj M. Classification and prediction of γ-irradiation of ten commercial herbs and spices by multi-variate evaluation of properties of their extracts // Journal of Food and Nutrition Research. 2013. V. 52. № 1. P. 45–60.

REFERENCES

1 Sundaralingam R. A Debate on Safety of the Irradiated Food. International Journal of Research Studies in Microbiology and Biotechnology. 2017. vol. 3. no 4. pp. 4–5. doi: 10.20431/2454–9428.0304002

2 Fellows P.J. Food Processing Technology: Principles and Practices. Elsevier, 2018. 1152 p.

3 Barba F. et al. Innovative Technologies for Food Preservation: Inactivation of Spoilage and Pathogenic Microorganisms. Academic Press, 2018. 329 p.

4 Sanzharova N.I. Perspectives of application of radiation technologies in the agro-industrial complex of the Russian Federation. Obninsk, 2016. (in Russian).

5 Chiaravalle A., Mangiacotti M., Marchesani G., Vegliante G. Electrons pin resonance (ESR) detection of irradiated fish containing bone (gilthead sea bream, cod, and sword fish). Vet Res Commun. 2010. no. 34 (1). pp. 149–152.

6 Kurbanova M.N., Levshenko M.T., Kolokolova A.Yu., Semenova Zh.A. et al. Influence of γ- and UV-radiation on microbial insemination of blackcurrant and cherry. Izvestiya Vuzov. Food technology. 2018. no. 5-6. pp. 64–66. (in Russian).

7 Khabibullina R.N., Duborasova T.Yu., Ponomarev V.Ya. Problems of maintaining the quality of ice cream shrimp during storage. Bulletin of Kazan Technological University. 2013. vol. 16. no. 7. pp. 208-211. (in Russian).

8 Robertson R.E. Food irradiation. Available Research Indicates That Benefits Outweigh Risks. 2000.

9 Ilyukhina N.V., Kolokolova A.Yu. Patterns of Inhibition of *Salmonella* Culture. Proceedings of VSUET. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 209–212. (in Russian).

10 Ilyukhina N.V., Kolokolova A.Yu., Prokopenko A.V., Filipovich V.P. Study of the efficiency of irradiation of biological objects using an accelerated electron beam. Radiation technologies in agriculture and the food industry: state and prospects: a collection of reports of an international scientific and practical conference. 2018. pp. 76–80. (in Russian).

11 Babarin V.P. Sterilization of canned food: Reference. St. Petersburg: GIORD, 2006.312 p. (in Russian).

12 Polovka M., Suhaj M. Classification and prediction of γ-irradiation of ten commercial herbs and spices by multi-variate evaluation of properties of their extracts. Journal of Food and Nutrition Research. 2013. vol. 52. no. 1. pp. 45–60.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Жанна А. Семенова научный сотрудник, ВНИИ технологии консервирования – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная 78., Видное, 142703, Россия, zhanna.kalinina2011@yandex.ru

Михаил Т. Левшенко страший научный сотрудник, ВНИИ технологии консервирования – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная 78., Видное, 142703, Россия, lev-mika@yandex.ru

Анастасия Ю. Колоколова к.т.н., ведущий научный сотрудник, ВНИИ технологии консервирования – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная 78., Видное, 142703, Россия, aykolokolova@yandex.ru

Наталья В. Илюхина к.т.н., ведущий научный сотрудник, ВНИИ технологии консервирования – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная 78., Видное, 142703, Россия, inv63@mail.ru

Мадинат Н. Курбанова старший научный сотрудник, ВНИИ технологии консервирования – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная 78., Видное, 142703, Россия, sk5969@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 21.05.2019
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.06.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Zhanna A. Semenova Researcher, All-Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of the Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbatov of RAS, Shkol'naya str., 78, Vidnoe, 142703, Russia, zhanna.kalinina2011@yandex.ru

Michail T. Levshenko Senior Researcher, All-Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of the Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbatov of RAS, Shkol'naya str., 78, Vidnoe, 142703, Russia, lev-mika@yandex.ru

Anastasiay Yu. Kolokolova Cand. Sci. (Engin.), Leading Researcher, All-Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of the Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbatov of RAS, Shkol'naya str., 78, Vidnoe, 142703, Russia, aykolokolova@yandex.ru

Natal'ay V. Ilyuhina Cand. Sci. (Engin.), Leading Researcher, All-Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of the Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbatov of RAS, Shkol'naya str., 78, Vidnoe, 142703, Russia, inv63@mail.ru

Madinat N. Kurbanova Senior Researcher, All-Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of the Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbatov of RAS, Shkol'naya str., 78, Vidnoe, 142703, Russia, sk5969@yandex.ru

CONTRIBUTION

The authors were equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.21.2019
ACCEPTED 6.10.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 664

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-250-256

Разработка технологии приготовления полуфабрикатов из свинины с применением низкотемпературной обработки

Марс Ф. Хайруллин [1] khairullin-mars@yandex.ru
Евгений А. Коваль [1] ekovalenok@bk.ru
Ирина Ю. Левицкая [1] levitskaya1997@list.ru
Малахмад Г. Гаджиев [1] malahmad.gadjiev@mail.ru
Баходир А. Султонов [1] boxo6510044@mail.ru

[1] Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия

Аннотация. Исследование было направлено на разработку технологии приготовления различных полуфабрикатов из мяса свинины с применением низкотемпературной обработки «Су-Вид». Экспериментальным путем были выявлены и определены основные физико-химические показатели, функционально-технологические и структурно-механические характеристики полуфабрикатов, химический состав полуфабрикатов и готовой продукции, а также проведен органолептический анализ. Данные свидетельствуют о том, что применение низкотемпературной обработки существенно влияет на характеристики изготавливаемой продукции, что улучшает ее показатели. В частности, полуфабрикаты из свинины, приготовленные при низких температурах, характеризуются величиной выхода: стейк – 93,9%, ребрышки – 92,6%, в сравнении с контрольным режимом на 7,5 и 6,2% выше. Комплекс полученных данных показал, что образцы полуфабрикатов из свинины, по экспериментальным режимам тепловой обработки, по показателям безопасности полностью отвечают требованиям ТР ТС 034/2013. Анализ полуфабрикатов из свинины показал, что продукты, приготовленные по технологии «Су-Вид», имели высокие органолептические показатели, вкусовые и сенсорные характеристики. В процессе хранения полуфабрикатов происходили незначительные изменения белков и жиров, а также органолептических, санитарно-микробиологических характеристик. В результате были разработаны стейк на кости в маринаде «Кавказский» и ребрышки свиные в маринаде «Монте Риц», изготавливаемые по технологии «Су-Вид». Результаты позволяют судить о том, что данная технология является достаточно перспективной и оказывает положительное воздействие на характеристики изготовляемой продукции. Широкое внедрение данной технологии в мясной отрасли позволит вырабатывать полуфабрикаты и продукты, имеющие высокое качество, пищевую и биологическую ценность по сравнению с продукцией, изготовленной традиционными методами, а также сокращать затраты на производство.

Ключевые слова: низкотемпературная обработка, мясной полуфабрикат, полуфабрикаты из свинины.

Development of technology of preparation of pork semi-products with the application of low-temperature treatment

Mars F. Khairullin [1] khairullin-mars@yandex.ru
Evgenii A. Koval [1] ekovalenok@bk.ru
Irina Y. Levitskaya [1] levitskaya1997@list.ru
Malahmad G. Gadjiev [1] malahmad.gadjiev@mail.ru
Bahodir A. Sultonov [1] boxo6510044@mail.ru

[1] Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (the First Cossacs University), Moscow, Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia

Abstract. The study was aimed at developing a technology for preparing various semi-finished products from pork meat using low-temperature processing "Su-Vid". The main physicochemical indicators, functional-technological and structural-mechanical characteristics of semi-finished products, the chemical composition of semi-finished products and finished products were identified and determined experimentally, and organoleptic analysis was carried out. The data indicate that the use of low-temperature processing significantly affects the characteristics of manufactured products, which improves its performance. In particular, pork semi-finished products prepared at low temperatures are characterized by the yield: steak – 93.9%, ribs – 92.6%, in comparison with the control regime, 7.5 and 6.2% higher. The complex of data obtained showed that the samples of semi-finished pork, according to the experimental regimes of heat treatment, in terms of safety, fully meet the requirements of TR TS 034/2013. Analysis of semi-finished pork products showed that products prepared using the Su-Vid technology had high organoleptic characteristics, taste and sensory characteristics. During the storage of semi-finished products, minor changes in proteins and fats, as well as organoleptic, sanitary and microbiological characteristics, took place. As a result, a bone steak was developed in the Caucasian marinade and pork ribs in the Monte Ritz marinade made using the Su-Vid technology. The results allow us to judge that this technology is quite promising and has a positive effect on the characteristics of manufactured products. The widespread introduction of this technology in the meat industry will allow the development of semi-finished products and products of high quality, nutritional and biological value compared to products manufactured by traditional methods, as well as reduce production costs.

Keywords: low-temperature processing, raw meat, meat semi-finished products.

Для цитирования

Левицкая И.Ю., Гаджиев М.Г., Коваль Е.А., Султонов Б.А., Хайруллин М.Ф. Разработка технологии приготовления полуфабрикатов из свинины с применением низкотемпературной обработки // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 250–256. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-250-256

For citation

Levitskaya I.Yu., Gadzhiev M.G., Koval E.A., Sultonov B.A., Khairullin M.F. Development of technology of preparation of pork semi-products with the application of low-temperature treatment. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 250–256. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-250-256

Введение

Изучая работы аналитиков в настоящее время, следует отметить, что изменение физико-химических показателей происходят при режимах нагрева продуктов. Требуется правильно подбирать температуру тепловой обработки, учитывая физико-химические изменения сырья [2, 7, 8].

Низкотемпературная тепловая обработка предусматривает, что температура варочной среды 47–80 °С. Под понятием низкотемпературной обработки сырья понимают, что это процесс нагрева в воде в среде ненасыщенного пара, завершение готовности продукта и формирование органолептических показателей. Петров Е.В. [3] в своих работах утверждает, что термин «пастеризация» является более точным для низких температур.

В 1799 г. впервые описание технологии приготовления «Су-Вид» (низкотемпературная обработка) вывел англо-американский ученый Б. Томпсон Румфорд.

S. Cover В 1937 г. изучил положительное влияние длительной тепловой обработки при низких температурах на качественные показатели готового продукта.

В 1989 г. дано определение длительной низкотемпературной обработки мясопродуктов ученым Hrdina-Dubsky D.L. Низкотемпературная обработка – это процесс нагревания сырья в воде или в среде насыщенного пара до температуры внутри продукта от 47 до 80 °С продолжительностью от 30 мин до 24 ч в зависимости от физического и химического составляющего сырья [12].

Bramblett V.D., Machlik S.M., Draudt H.N., Laakkonen E., Bouton P.E., Bowers J.A., Vaudagna S.R., Mortensen L.M., Heston Marc Blumenthal [9] своими работами подтверждают влияние длительного воздействия низких положительных температур на биологическую ценность, консистенцию, органолептические показатели и выход готового продукта.

Приготовление пищевых продуктов при использовании низкотемпературной обработки сырья получило стремительное развитие на потребительском рынке. Технология «Су-Вид» является предпосылкой для увеличения доли мясных полуфабрикатов с минимальными затратами и режимом приготовления [4–6].

Низкотемпературная обработка продуктов для получения полуфабрикатов из сырья животного происхождения необходима, чтобы обеспечить усовершенствование технологий приготовления, которые направлены на разработку изделий, сочетающих высокие производственные показатели, качество, пищевую и биологическую ценность [3, 9].

Объекты и методы

Объектом исследования является применение технологии «Су-Вид» при изготовлении полуфабрикатов и готовых изделий из мясного сырья, основные технологические особенности и приемы данной технологии, а также влияние данного метода на органолептические свойства продукции и сроки хранения.

Исследования проводились на базе ПАО «Группа Черкизово». Основными объектами исследования были определены полуфабрикаты: стейк из шейки в маринаде «Кавказский», ребрышки свиные в маринаде «Монте Риц».

Результаты и обсуждение

По данным Christensen L. и соавторов (2012) [10] следует выделить, что продолжительность теплового воздействия влияет на консистенцию и нежность свинины и говядины, но не влияет на куриную грудку. Благодаря увеличению температуры сочность мяса уменьшается, а термопотеря массы продукта увеличивается. Отметим, что низкотемпературная обработка сырья при 58 °С на протяжении 6 ч обеспечивает нежность продукта, сочность и цвет.

Изучая работы Де-Соуза Л.Д.К. (2013), Родионова Н.С., Ряшко Г.М., H.M. Blumenthal [1, 3, 4], следует выделить основные этапы технологии приготовления полуфабриката с помощью низкотемпературной обработки – «Су-Вид».

1. Подготовительный этап: чистка сырья, жиловка, обвалка, вымачивание, добавление вспомогательных компонентов.

2. Вакуумная упаковка: формованное сырье помещают в полиэтиленовые пакеты из термоустойчивого материала (стандартные, с молнией сбоку, рулонные).

3. Вакуумирование: на массу продукта 1 см^2 площадь гибкого пакета, вакуумируют с градиентом вакуума 1,5–2,0% в 1 с до достижения вакуума 99,9%, герметизируют на протяжении 60 с.

4. Полуфабрикат в вакуумной оболочке погружают в варочный котел, подвергают тепловой обработке при точной постоянной температуре от 47 до 80 °С, необходимо наличие термостата для контролирования температуры.

5. Охлаждение полуфабриката до температуры +1–3 °С. Отметим, что такой процесс предотвращает размножение микроорганизмов в продукте [3].

По данным Де-Соуза Л.Д.К. [1], низкотемпературная технология «Су-Вид» позволяет удержать химические свойства продукта, тем самым предотвращает потери органолептических свойств продукта, соответственно происходит увеличение сроков хранения.

Применение вакуумной упаковки позволяет продемонстрировать качество продукта благодаря прозрачности. Следует отметить, что в этом случае большинство бактерий и микроорганизмов будут удалены из полимерного пакета и лишены возможности размножения и развития. Вакуумная упаковка увеличивает срок хранения пищевых продуктов, обеспечивает гигиенические условия при хранении и транспортировке продукта. Происходит предотвращение перехода водорастворимых веществ в среду варки, что способствует приятному вкусу, также снижается потеря вкусовых и ароматических качеств тем самым увеличивается выход продукта.

При изготовлении полуфабриката требуется соблюдать характеристики продукта: толщина, температурный режим, время приготовления (таблицы 1–3).

Таблица 1.

Рекомендации по использованию низких температур при тепловой обработке говядины

Table 1.

Recommendations on the use of low temperatures in the heat treatment of beef

Продукт | Product	Толщина, мм Thickness, mm	Температура, °С Temperature, °С	Время, мин Time, min
Сырой стейк | Raw steak	20 – 30	49	15–30
Сырой стейк | Raw steak	30 – 40	49	25–30
Стейк с кровью | Blood steak	20–30	55	40–120
Стейк с кровью | Blood steak	30–40	55	45–180
Стейк (слабая прожарка | Lightly cooked steak	20–30	58	45–180
Стейк (слабая прожарка) | Lightly cooked steak	30–40	58	80–180
Ребрышки | Ribs	-	58	60–240
Язык | Tongue	-	70	1080–1440

Таблица 2.

Рекомендации по использованию низких температур при тепловой обработке свинины

Table 2.

Recommendations on the use of low temperatures in the heat treatment of pork

Продукт | Product	Толщина, мм | Thickness, mm	Температура, °С | Temperature, °С	Время, мин | Time, min
Корейка | Loin	-	80	160–600
Филе | Fillet	30 – 40	60	65–120
Филе | Fillet	20–30	60	100–120
Шея | Neck	-	75	600
Вырезка | Tenderloin	20–30	60	35–170
Вырезка | Tenderloin	30–40	60	60–170
Окорок | Ham	-	65	1200
Лопатка | Shoulder	-	80	600
Рулька | Knuckle	-	70	300–420
Шашлык | Barbecue	-	70	120
Грудинка | Breast	-	70	300

Таблица 3.

Рекомендации по использованию низких температур при тепловой обработке птицы

Table 3.

Recommendations on the use of low temperatures in the heat treatment of poultry

Продукт| Product	Температура, °С | Temperature, °С	Время, мин | Time, min
Утка (ножки) | Duck(leg)	80	130–240
Утка (филе) | Duck(fillet)	58	90–150
Гусь (ножки) | Goose(leg)	58	70–130
Курица (филе) | Chicken(fillet)	65	40–70
Курица (ножки) | Chicken(leg)	65	180

Исследуя технологию низкотемпературной обработки методом «Су-Вид» отметим, что процесс варки при низких температурах обеспечивает равномерную температуру прогревания продукта, тем самым разрушаются клеточные мембраны продукта.

Приготовление пищевых продуктов при использовании низкотемпературной обработки сырья получило стремительное развитие на потребительском рынке. Технология «Су-Вид» является предпосылкой для увеличения доли мясных полуфабрикатов с минимальными затратами и режимом приготовления.

Химический состав полуфабрикатов из свинины, выработанных по режиму низкотемпературной тепловой обработки «Су-Вид», представлен в таблице 4.

Таблица 4.

Химический состав полуфабрикатов из свинины, выработанных с использованием низкотемпературного режима

Table 4.

The chemical composition of semi-finished pork products produced using low temperature

Массовая доля, %| Mass fraction, %				
	Белка | Protein	Жира |Fat	Влаги | Moisture	Золы | Ash
Контроль| Control	14,90±0,83	26,20±0,38	68,50±1,56	3,60±0,12
Стейк| Steak	17,50±0,80	31,50±0,48	64,60±1,45	3,50±0,09
Ребрышки| Ribs	15,40±0,80	27,50±0,37	65,70±1,19	3,4±0,10

Массовая доля белка в полуфабрикате из свинины повышается на 9,4%, таким образом, выделим, что массовые доли белка в продукте увеличивались в зависимости от используемого режима обработки.

Необходимо отметить, что низкая водосвязывающая способность белков сырья обусловлена тем, что в свинине большее содержание белка и меньшее содержание влаги. Исследования перевариваемости белков полуфабрикатов из свинины, представлены на рисунке 1.

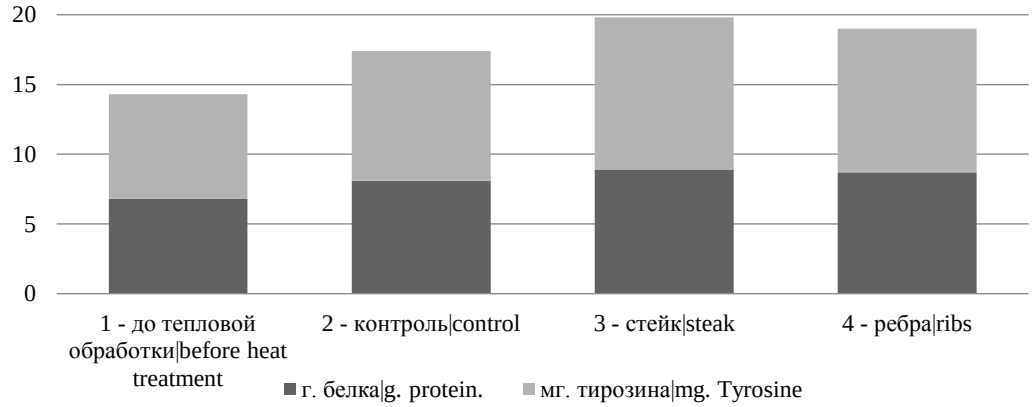


Рисунок 1. Перевариваемость «in vitro» полуфабрикатов из свинины, мг тирозина/г белка

Figure 1. In vitro digestibility of semi-finished pork products, mg tyrosine/g protein

В ходе исследования динамики накопления продуктов гидролиза белков по фазам «пепсин-трипсин» была выявлена улучшенная перевариваемость полуфабрикатов с использованием низкотемпературной обработки сырья, так как общая перевариваемость свинины, термически обработанной с помощью низкотемпературной обработки, выше на 13,7% и 16,4%.

Перевариваемость полуфабрикатов из свинины при низкотемпературной обработке ребрышек составляет 19 мг тирозина/г белка и 19,8 мг тирозина/г белка стейка, это выше в сравнении с контролем.

Отметим, один из важных показателей пищевой ценности – это содержание минеральных веществ. Анализ минерального состава полуфабрикатов из свинины показал, что содержащиеся минеральные вещества имеют наибольшую сохранность. Содержание натрия составляет 14,5 и 14,9%, калия – 21 и 24,3%, фосфора – 17,7 и 18,5%, кальция – 11 и 13,5%, магния – 15,5 и 18,8%, железа – 9%.

Термическая обработка блюд обычным способом влияет на степень деструкции витаминов. Наибольшие потери витаминов происходили в результате обработки сырья при высоких температурах: снижение содержания витамина B_1 составляет в стейке – 43,6%, в ребрышках – 51,1%, витамина B_2 – 40,9 и 50%, витамина РР – 19,2 и 20,8%. Проведенные исследования показывают, что меньшие потери наблюдаются при низкотемпературной обработке: содержание витамина B_1 в стейке 15,9% и в ребрышках 26,1%, витамина B_2 – 18,2 и 22,7%, витамина РР – 7,2 и 9,6%.

Исходя из анализа низкотемпературная тепловая обработка сырья приводит к минимальному изменению белковой составляющей, тем самым способствует максимальной сохранности водорастворимых витаминов и минеральных веществ в готовой продукции.

Для определения эффективности разработанных полуфабрикатов при режиме низкотемпературной тепловой обработки были определены такие показатели: активная кислотность (pH), кислотное число (КЧ), аминоаммиачный азот (ААА). Физико-химические показатели полуфабрикатов из свинины представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Физико-химические показатели

Table 5.

Physical and chemical parameters

Исследуемый продукт Product	Показатель | Parameter		
	pH	КЧ, мг КОН/г АС(acid number) mg KOH/g	ААА, мг% | AAN, mg%
Контроль | control	5,90 ± 0,02	1,55 ± 0,03	41,68 ± 0,14
Стейк | steak	5,74 ± 0,03	1,37 ± 0,01	37,37± 0,12
Ребрышки | ribs	5,76 ± 0,03	1,40 ± 0,02	37,60 ± 0,14

Представленные данные в таблице 5 показывают, что низкотемпературная обработка вызывает незначительное повышение pH, полуфабрикаты характеризуются меньшей степенью гидротермического распада жиров с последующим образованием свободных жирных кислот, если сравнивать с продуктами, обработанными по контрольному режиму.

Влагоудерживающая (ВУС) способность продукта является одним из важных качественных показателей мясопродуктов. ВУС способствует сочности, нежности продукта, потере массы при тепловой обработке, а также внешнему виду.

На рисунке 2 представлены показатели ВУС готовых полуфабрикатов по технологии низкотемпературной обработки сырья. Исследования ВУС полуфабрикатов показывают, \что при приготовлении стейка ВУС имеет максимальные значения – 62,6%, это говорит о том, что увеличение тепловых нагрузок и времени экспозиции сырья приводит к снижению показателей ВУС. Уменьшение количества функциональных групп связано со способностью взаимодействия воды и, как следствие, снижением гидрофильных свойств белков.

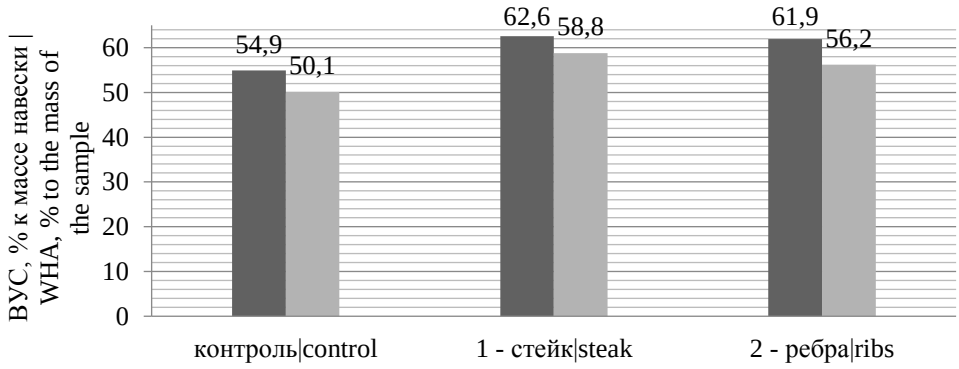


Рисунок 2. Влагоудерживающая способность

Figure 2. Water-holding ability

Исходя из проведеных лабораторных анализов установлено, что полуфабрикаты, обработанные по технологии «Су-Вид», имеют меньшие потери массы в сравнении с продуктами, обработанными с использованием контрольного режима.

Следует отметить, что снижение потерь полуфабриката при тепловой обработке способствует увеличению выхода готового продукта (рисунок 3).

Полуфабрикаты из свинины, приготовленные при низких температурах, характеризуются величиной выхода: стейк – 93,9%, ребрышки – 92,6%. В сравнении с контрольным режимом на 7,5 и 6,2% выше.

На основе исследованных методов, делаем вывод, что стейк и ребрышки при обработке «Су-Вид» имели наименьшее воздействие на белок и жир, а также высокие показатели ВУС и выхода готового продукта.

Комплекс данных показал, что образцы полуфабрикатов из свинины по экспериментальным режимам тепловой обработки, показателям безопасности полностью отвечают требованиям ТР ТС 034/2013.

Органолептический анализ полуфабрикатов из свинины показал, что продукты, приготовленные по технологии «Су-Вид» имели привлекательный внешний вид, поверхность изделий чистая, сухая, без потеков жира. Консистенция полуфабрикатов характеризовалась мягкостью и сочностью продукта по всей толщине. Полуфабрикаты имели максимальные вкусовые и сенсорные характеристики.

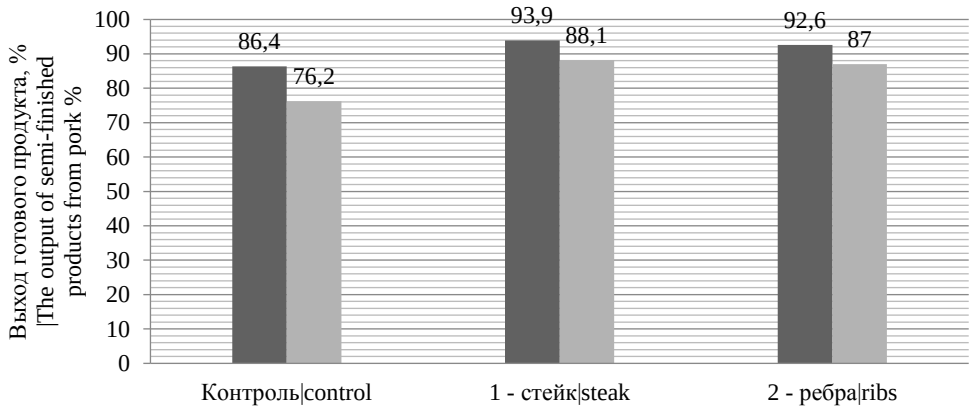


Рисунок 3. Выход полуфабрикатов из свинины, %

Figure 3. The output of semi-finished products from pork, %

Продукты в процессе хранения характеризовались незначительным снижением сочности, уплотнением консистенции, меньшей выраженностью цвета, запаха и вкусовых свойств. К окончанию срока годности продукты, приготовленные по технологии «Су-Вид», характеризовались меньшими изменениями белков и жиров, а также органолептических, санитарно-микробиологических характеристик.

Заключение

Исследования в области низкотемпературной обработки мясного сырья позволяют судить о том, что данная технология является достаточно перспективной и оказывает положительное воздействие на характеристики изготовляемой продукции.

Было установлено, что денатурационные изменения белков, протекающие при данном технологическом процессе, напрямую влияют на характеристики мясопродуктов, а именно пищевую и биологическую ценность, функционально-технологические и структурно-механические характеристики сырья. Были отмечены улучшения органолептических свойств готовой продукции и увеличение сроков хранения, уменьшение потерь в ходе обработки.

Организация производства на предприятии питания с помощью технологии «Су-Вид» поможет оптимизировать процесс приготовления, кадровую политику, а также технологическую цепочку и программируемые машины для приготовления различных блюд.

В результате исследований физико-химических, функционально-технологических, структурно-механических свойств мяса обоснована целесообразность использования технологии «Су-Вид» при производстве полуфабрикатов из свинины.

Было получено два полуфабриката: стейк на кости в маринаде «Кавказский» и ребрышки свиные в маринаде «Монте Риц», которые имеют отличия от привычного способа приготовления. Способ обработки сырья «Су-Вид» помогает сохранить текстуру и аромат пищи, полезные вещества, а также сокращает потерю влаги и массы полуфабриката в процессе приготовления, что способствует увеличению выхода продукции. Благодаря вакуумной упаковке пища готовится с использованием точно регулируемого нагрева, что не позволяет попадать микроорганизмам в продукт, тем самым увеличивая сроки хранения. В результате проведенных испытаний, выработанных на АО «ЧМПЗ» по ТУ 10.13.14–005–11510767–2017 «Полуфабрикаты мясные», было выявлено, что при заявленном температурном режиме хранения 2 °С образцы продукции соответствуют нормируемым документам.

ЛИТЕРАТУРА

1 Де-Соуза Л.Д.К. Совершенствование технологии тепловой обработки предварительно вакуумированных пищевых систем на основе круп, овощей и мяса птицы: дис. на соиск. уч. степ. канд. тех. наук. Воронеж, 2013.

2 Ребезов М.Б., Наумова Н.Л., Зайнутдинов Р.Р., Альхамова Г.К. и др. Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: мат. IV междунар. научн.-практ. конф. Челябинск: ЮУрГУ, 2010. С. 282–285.

3 Петров Е.В. Выбор способов термической обработки // Мясные технологии. 2014. № 8. С. 22–23.

4 Родионова Н.С., Попов Е.С., Гончаров Р.О., Галицкий В.В. Инновационные технологии тепловой обработки полуфабриката из свинины с применением низкотемпературного режима // Сервис в России и за рубежом. 2013. № 5 (43). С. 48–54.

5 Родионова Н.С., Попов Е.С. Sous-vide обработка мелкокусковых полуфабрикатов из мяса говядины: режимы и показатели качества // Пищевая промышленность. 2015. № 10. С. 32–34.

6 Ряшко Г.М. Технология низкотемпературного приготовления продуктов питания на предприятиях ресторанного хозяйства // Пищевая наука и технология. 2013. № 1. С. 77–80.

7 Хайруллин М.Ф., Ребезов М.Б., Зинина О.В., Дуць А.О. и др. Установление сроков хранения мясных снэков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 75. С. 403–412.

8 Пат. № 2523358, RU, A23L 1/31, 1/318. Способ производства деликатесного мясного продукта / Хайруллин М.Ф., Ребезов М.Б., Дуць А.О., Ребезов Я.М. № 2013105291/13; Заявл. 07.02.2013; Опубл. 20.07.2014, Бюл. № 20.

9 Блюменталь Х. Наука кулинарии или молекулярная гастрономия. М.: Bloomsbury USA, 2006.

10 Christensen L., Gunvig A., Torngren M.A., Aaslyng M.D. et al. Sensory characteristics of meat cooked for prolonged times at low temperature // Meat Science. 2012. V. 90. P. 485–489.

11 Tornberg E.E. Ects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. 2005. V. 70. P. 493–508.

12 Су вид, низкотемпературная кухня. URL: https://chefs-academy.com/sous_vide

REFERENCES

1 De Souza L.D.K. Improving the technology of heat treatment of pre-evacuated food systems based on cereals, vegetables and poultry. Voronezh, 2013. (in Russian).

2 Rebezov M.B., Naumova N.L., Zainutdinov R.R., Alhamova G.K. et al. Current status and development prospects of the food industry and public catering: mat. IV international scientific-practical conf. Chelyabinsk, SUSU, 2010. pp. 282–285. (in Russian).

3 Petrov E.V. The choice of methods of heat treatment. Meat technology. 2014. no. 8. pp. 22–23. (in Russian).

4 Rodionova N.S., Popov E.S., Goncharov R.O., Galitsky V.V. Innovative technologies for heat treatment of semi-finished pork using low temperature. Service in Russia and abroad. 2013. no. 5 (43). pp. 48–54. (in Russian).

5 Rodionova N.S., Popov E.S. Sous-vide processing of small-sized semi-finished products from beef meat: modes and quality indicators. Food industry. 2015. no. 10. pp. 32–34. (in Russian).

6 Ryashko G.M. Technology of low-temperature cooking of food products at the enterprises of restaurant industry. Food Science and Technology. 2013. no. 1. pp. 77–80. (in Russian).

7 Khayrullin M.F., Rebezov M.B., Zinina O.V., Duts A.O. et al. Establishment of storage periods for meat snacks. Political Mathematical Network Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University. 2012. no. 75. pp. 403–412. (in Russian).

8 Khayrullin M.F., Rebezov MB, Duts A.O., Rebezov Y.M. Method for the production of a delicious meat product. Patent RF, no. 2523358, 2014.

9 Blumenthal H. The science of cooking or molecular gastronomy. Moscow, Bloomsbury USA, 2006. (in Russian).

10 Christensen L., Gunvig A., Torngren M.A., Aaslyng M.D. et al. Sensory characteristics of meat cooked for prolonged times at low temperature. Meat Science. 2012. vol. 90. pp. 485–489.

11 Tornberg E.E. Ects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. 2005. vol. 70. pp. 493–508.

12 Su view, low temperature kitchen. Available at: https://chefs-academy.com/sous_vide (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Марс Ф. Хайруллин к.т.н., доцент, кафедра технологии продукции и организации общественного питания и товароведения, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, khairullin-mars@yandex.ru

Евгений А. Коваль магистрант, кафедра технологии продукции и организации общественного питания и товароведения, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, ekovalenok@bk.ru

Ирина Ю. Левицкая магистрант, кафедра технологии продукции и организации общественного питания и товароведения, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, levitskaya1997@list.ru

Малахмад Г. Гаджиев магистрант, кафедра бизнес-технологии мясных и молочных продуктов, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, malahmad.gadjiev@mail.ru

Баходир А. Султонов магистрант, кафедра бизнес-технологии мясных и молочных продуктов, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, boxo6510044@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 17.04.2019
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Mars F. Khairullin Cand Sci. (Engin,) associate professor, product technology and catering and commodity management department, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (the First Cossacs University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, khairullin-mars@yandex.ru

Evgenii A. Koval master student, product technology and catering and commodity management department, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (the First Cossacs University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, ekovalenok@bk.ru

Irina Y. Levitskaya master student, product technology and catering and commodity management department, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (the First Cossacs University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, levitskaya1997@list.ru

Malahmad G. Gadjiev master student, business technology of meat and dairy products department, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (the First Cossacs University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, malahmad.gadjiev@mail.ru

Bahodir A. Sultonov master student, business technology of meat and dairy products department, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (the First Cossacs University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, boxo6510044@mail.ru

CONTRIBUTION

The authors were equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.17.2019
ACCEPTED 5.13.2019

Химическая технология

Chemical Technology

Краткое сообщение/Short message

УДК 614

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-257-260

Химическое исследование бетаинов, выделенных из послеспиртовой барды

Нелли Ш. Кайшева [1] caisheva2010@yandex.ru
Александр Ш. Кайшев [2] kaishev2010@yandex.ru
Владимир А. Микелов [1] mikelov.vladimir@mail.ru
Христина Н. Гюльбякова [1] xristnik@yandex.ru
Екатерина А. Масловская [1] ekatucha@yandex.ru

[1] Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО Волгоградского государственного медицинского университета Минздрава России, пр-т Калинина, 11, г. Пятигорск, 357500, Россия

[2] Межрегиональное управление Росалкогольрегулирования по СКФО, ул. Ленина, 3/13, г. Ессентуки, 357600, Россия

Аннотация. Решение проблемы импортозамещения путем создания отечественных лекарственных препаратов, аналогичных зарубежным по фармакологической эффективности и безопасности, особенно при условии доступности сырья и высокой экономичности целевого продукта, представляет актуальное направление развития фармации. В полной мере это относится к лекарственным препаратам на основе бетаинов, выделение которых впервые предложено из послеспиртовой кукурузной барды – многотоннажного и дешевого вторичного сырьевого материала, получаемого в производственных условиях по традиционным спиртовым технологиям. Способ выделения бетаина гидрохлорида из барды, включающий оригинальные (разделение на жидкую и твердую фазы, удаление углеводов из жидкой фазы, ее нейтрализация) и известные (выделение из жидкой фазы бетаина гидрохлорида, освобожденного от кислоты глутаминовой, гуминов, хлоридов металлов) стадии, позволил достичь большего в 2-4 раза технологического выхода (0,4%). Задачи по установлению аналитических показателей целевого продукта проведены в сравнении со стандартным образцом, полученным из таблеток «Ацидин-пепсин», импортируемых в Россию из Республики Беларусь. Оба испытуемых образца (целевой продукт и стандартный образец) характеризуются идентичностью по общим физико-химическим показателям (описанию, растворимости в воде и спирте, pH 1% водных растворов), положительным результатам реакций подлинности (термического разложения, осадительным с ионами меди (II) и серебра нитратом), количественному содержанию (соответственно 99,2 и 99,9%). Высокий технологический выход выделенного из послеспиртовой кукурузной барды бетаина гидрохлорида, идентичного стандартному образцу по важнейшим аналитическим показателям, создает перспективу решения проблемы импортозамещения лекарственного препарата «Ацидин-пепсин», что требует необходимости проведения углубленных доклинических испытаний.

Ключевые слова: послеспиртовая кукурузная барда, бетаина гидрохлорид, ацидин, аналитические характеристики

Chemical study of betaines isolated from the whole stillage

Nelli Sh. Kajsheva [1] caisheva2010@yandex.ru
Aleksandr Sh. Kajshev [2] kaishev2010@yandex.ru
Vladimir A. Mikelov [1] mikelov.vladimir@mail.ru
Christina N. Gulbjakova [1] xristnik@yandex.ru
Ekaterina A. Maslovskaya [1] ekatucha@yandex.ru

[1] Pyatigorsk medical and pharmaceutical Institute– филиал ФГБОУ ВО Волгоградского государственного медицинского университета Минздрава России, пр-т Калинина, 11, г. Пятигорск, 357500, Russia

[2] Interregional management of Federal alcohol market regulatory service, Lenin str., 3/13, Essentuki, 357600, Russia

Abstract. The solution of the problem of import substitution by creating domestic medications similar to foreign pharmacological efficacy and safety, especially given the availability of raw materials and high profitability of the target product, represents the current trend in the development of pharmacy. This fully applies to drugs based on betaine, the isolation of which was first proposed from the post-alcohol corn bard - a multitonous and cheap secondary raw material, obtained in production conditions using traditional alcohol technologies. A method for isolating betaine hydrochloride from a bard, including the original (separation into liquid and solid phases, removal of carbohydrates from the liquid phase, neutralization thereof) and known (separation from the liquid phase of betaine hydrochloride, liberated from glutamic acid, humic acids, metal chlorides) greater by 2-4 times the technological yield (0.4%). The task of establishing analytical indicators of the target product was carried out in comparison with the standard sample obtained from the tablets Acidin-Pepsin, imported to Russia from the Republic of Belarus. Both test samples (the target product and the standard sample) are characterized by their identical physical and chemical characteristics (description, solubility in water and alcohol, pH 1% of aqueous solutions), positive results of authenticity reactions (thermal decomposition, precipitating with copper (II) ions and silver nitrate), quantitative content (respectively 99.2 and 99.9%). The high technological yield of betaine hydrochloride isolated from the post-alcohol corn bard, identical to the standard sample for the most important analytical indicators, creates the prospect of solving the problem of import substitution of the drug "Acidin-pepsin", which requires the need for in-depth preclinical testing.

Keywords: grains of corn stillage, betaine hydrochloride, atsidin, analytical characteristics

Для цитирования

Кайшева Н.Ш., Кайшев А.Ш., Микелов В.А., Гюльбякова Х.Н., Масловская Е.А. Химическое исследование бетаинов, выделенных из послеспиртовой барды // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 257–260. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-257-1

For citation

Kajsheva N.Sh., Kajshev A.Sh., Mikelov V.A., Gulbjakova Ch.N., Maslovskaya E.A. Chemical study of betaines isolated from the whole stillage. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 257–260. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-257-260

Введение

В последние десятилетия большое внимание уделяется вопросам разработки лекарственных препаратов (ЛП) на основе производных аминокислот, к числу которых относятся бетаины – продукты полного метилирования аминокислот, выполняющие различные жизненно важные функции [1, 2]. Выпускаемые на основе бетаинов ЛП являются зарубежными товарами, в Россию импортируется только «Ацидин-пепсин, таблетки» производства Республики Беларусь [11].

В настоящее время бетаины производятся из мелассы и путем синтеза [5, 12]. Поскольку свекловичные отходы характеризуются низкой концентрацией бетаинов и представляют больший интерес как источник пектинов, их использование для получения бетаинов не представляется целесообразным. Рациональным сырьевым источником бетаинов может служить послеспиртовая зерновая барда, что предопределено высокой концентрацией бетаинов (0,5–1,3%), протеинов (28–32%), белков (19–25%), богатым аминокислотным составом, огромным сырьевым ресурсом (около 10 млн. $м^3$ в год), наличием опыта производства кормового бетаина и медицинского Ацидина (10 т в год) из барды на украинских спиртовых предприятиях [3, 4, 9, 10]. Эти факторы благоприятствуют возможности импортозамещения ЛС на основе бетаинов.

Другую серьезную проблему в разработке ЛП на основе бетаинов представляет стандартизация их качества. Требования к качеству субстанции и таблеток бетаина регламентированы устаревшими НД (соответственно 42-2608-89 и 42-9712-05, Республика Беларусь), в которые включены методы анализа, показатели и нормы качества, нуждающиеся в пересмотре с точки зрения требований ГФ РФ XIII издания [6–8].

Цель исследования – экспериментальное обоснование возможности выделения из послеспиртовой кукурузной барды бетаина гидрохлорида (ацидина) и изучение его аналитических показателей.

Материалы и методы

Объектом исследования служила послеспиртовая кукурузная барда производства спиртового предприятия ООО «Суворовский». Технология выделения из кукурузной барды бетаина гидрохлорида заимствована из известной химической технологии получения бетаина из мелассовой барды [12] с привнесением некоторых модификаций. Сущность данной технологии заключается в следующих этапах:

– разделение барды на жидкую и твердую фазы путем процеживания и фильтрации;

– осаждение углеводов жидкой фазы барды избытком кальция оксида (1:4) в виде кальция сахарата;

– нейтрализация жидкой фазы барды аммония оксалатом, отделение осадка кальция сахарата фильтрацией;

– концентрирование фильтрата жидкой фазы барды, его гидролиз концентрированной хлористоводородной кислотой, отделение осадка гуминов, очистка концентрата активированным углем, кристаллизация из него сырой соли ацидина (смесь бетаина гидрохлорида и хлоридов металлов);

– очистка сырой соли ацидина спиртом 96%, концентрированной хлористоводородной кислотой, фильтрацией, концентрирование фильтрата до образования кристаллической массы (сырая соль ацидина);

– кристаллизация желтой соли ацидина, фильтрация, растворение осадка в воде, осветление раствора активированным углем, кристаллизация ацидина, промывка и высушивание кристаллов (медицинский ацидин).

Указанные первые 3 стадии привнесены в технологию нами.

Для решения аналитических задач из таблеток «Ацидин-пепсин» производства Республики Беларусь нами выделена субстанция, предназначенная для использования в качестве СО ацидина, по вышеописанному способу получения бетаина гидрохлорида.

Провели сравнительные *аналитические исследования* образца и СО бетаина гидрохлорида.

1. Физико-химические показатели:

– описание (визуальный метод контроля);

– растворимость в воде и спирте при температуре 20 ºС [6–8];

– pH 1% водных растворов при температуре 20 ºС методом потенциометрии на pH-метре марки «pH-340» при использовании в качестве электрода сравнения хлоридсеребряного электрода [6–8].

2. Подлинность:

– реакция термического разложения N-метилированных α-аминокислот с образованием триметиламина [5];

– реакция комплексообразования аминокислот с ионами меди (II) [5];

– реакция на хлориды с серебра нитратом [6–8].

3. Количественное определение проведено методом прямой алкалиметрии с использованием в качестве титрованного раствора 0,1 М раствора гидроксида натрия, индикатора – фенолфталеина [6–8].

Результаты и обсуждение

В результате проведенного исследования из послеспиртовой кукурузной барды выделен бетаина гидрохлорид (ацидин) с технологическим выходом 0,8% к жидкой фазе; после очистки его выход составил 0,4%. Использование нового сырьевого источника позволило повысить технологический выход в 2–4 раза по сравнению с традиционным сырьем – мелассовой бардой, выход кормового бетаина из которой составляет 0,2%. Из твердой фазы послеспиртовой кукурузной барды выделить бетаина гидрохлорид не удалось. Наряду с целевым продуктом (бетаина гидрохлоридом) из жидкой фазы барды дополнительно выделены: очищенная кислота глутаминовая (выход 0,1% к жидкой фазе), кальция сахарат (выход 3,0% к жидкой фазе), смесь гуминов и хлоридов калия, натрия (выход 0,4% к жидкой фазе).

Из таблеток «Ацидин-пепсин» производства Республики Беларусь выделена субстанция для использования в аналитических целях в качестве СО бетаина гидрохлорида (выход 10,2% к номинальному содержанию).

Из изученных *физико-химических показателей* бетаина гидрохлорида в сравнении с СО бетаина гидрохлорида установлено следующее:

– описание: оба образца представляют собой белые кристаллические порошки, являются гигроскопичными.

– растворимость: оба образца легко растворимы в воде и спирте.

– pH 1% водных растворов составил: испытуемый образец – 1,05, СО – 0,93.

При испытании *подлинности* образцов получены результаты:

– реакция термического разложения N-метилированных α-аминокислот: положительная для обоих образцов (характерный запах триметиламина);

– реакция на аминокислоты с ионами меди (II): положительная для обоих образцов (интенсивно окрашенные в синий цвет кристаллические осадки);

– реакция на хлориды с серебра нитратом: положительная для обоих образцов (белые творожистые осадки, растворимые в избытке раствора аммиака).

Количественное определение методом прямой алкалиметрии показало, что содержание бетаина гидрохлорида в пересчете на сухое вещество в испытуемом образце составило 99,2%, в СО бетаина гидрохлорида – 99,9%.

Заключение

Из послеспиртовой кукурузной барды получен бетаина гидрохлорид (ацидин) с более высоким технологическим выходом (в 2–4 раза), чем из традиционного сырья – мелассовой барды. В сравнении с СО бетаина гидрохлорида испытуемый образец бетаина гидрохлорида оказался идентичным по физико-химическим показателям (описание, растворимость в воде и спирте, pH растворов), подлинности (реакции термолиза N-метилированных α-аминокислот, комплексообразования с ионами меди (II), осаждения с серебра нитратом) и количественному содержанию (метод прямой алкалиметрии). В результате углубленных доклинических испытаний выделенного бетаина гидрохлорида возможно решение проблемы импортоза-мещения ЛП на основе бетаинов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ацидин-пепсин – инструкция и аналоги препарата. URL: http://www.uadoc.com.ua/ru/medicines

2 Бетаин. Основная информация. WIRUDRUS. URL: http://www.betainespecification

3 Бетаин (триметилглицин). URL: http://www.lifebio.wiki/main

4 Бетаин. URL: http://www.medicine.ru/active-substances

5 Бетаин. URL: http://www.xumuk.ru/encyklopedia/555.html

6 Государственная фармакопея РФ. Т. 1; изд. 13-е. М., 2015. 1470 с.

7 Государственная фармакопея РФ. Т. 2; изд. 13-е. М., 2015. 1004 с.

8 Государственная фармакопея РФ. Т. 3; изд. 13-е. М., 2015. 1294 с.

9 Кайшев А.Ш., Кайшева Н.Ш. Биологически активные вещества отходов спиртового производства (обзор) // Фармация и фармакология. 2014. № 4 (5). С. 3–22.

10 Пат. № 2312520, RU, A23L1/0524. Способ комплексной переработки послеспиртовой барды / Кайшева Н.Ш., Кайшев А.Ш., Парфейников С.А. Заявка 2006100222; Опубл. 20.12. 2007, Бюлл. № 35.

11 Машковский М.Д. Лекарственные средства; изд. 16-е. М.: Новая волна, 2012. 1216 с.

12 Очистка послеспиртовой мелассной барды и направления ее использования. URL: http://www.sergey_osetrov.narod.ru

REFERENCES

1 Atsidin-pepsin – instruktsiya i analogi preparata [Acidin-pepsin-instructions and analogues of the drug]. Available at: http://www.uadoc.com.ua/ru/medicines (in Russian).

2 Betain. Osnovnaya informatsiya. WIRUDRUS [Betaine. Basic information. WIRUDRUS]. Available at: http://www.betainespecification (in Russian).

3 Betain (trimetilglicin) [Betaine (trimethilglycin)]. Available at: http://www.lifebio.wiki/main (in Russian).

4 Betain [Betaine]. Available at: http://www.medicine.ru/active-substances (in Russian).

5 Betain [Betaine]. Available at: http://www.xumuk.ru/encyklopedia/555.html (in Russian).

6 Gosudarstvennaya farmakopeya RF [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Vol. 1; ed. 13]. Moscow, 2015. 1470 p. (in Russian).

7 Gosudarstvennaya farmakopeya RF [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Vol. 2; ed. 13]. Moscow, 2015. 1004 p. (in Russian).

8 Gosudarstvennaya farmakopeya RF [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Vol. 3; ed. 13]. Moscow, 2015. 1294 p. (in Russian).

9 Kajshev A.Sh., Kajsheva N.Sh. Biologically active substances of waste products of alcohol production (review). *Farmatsiya i farmakologiya* [Pharmacy and pharmacology]. 2014. no. 4 (5). pp. 3–22. (in Russian).

10 Kajsheva N.Sh., Kajshev A.Sh., Parfeynikov S.A. Sposob kompleksnoy pererabotki poslespirtovoy bardy [The method of complex processing of post-alcohol bard]. Patent RF, no. 2312520, 2007.

11 Mashkovskiy M.D. Lekarstvennyye sredstva [Medicinal products; ed. 16]. Moscow, New Wave, 2012. 1216 p. (in Russian).

12 Ochistka poslespirtovoy melassnoy bardy i napravleniya yeye ispol'zovaniya [Cleaning of the post-alcohol molasses bard and the direction of its use]. Available at: http://www.sergey_osetrov.narod.ru (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Нелли Ш. Кайшева д.фарм.н., профессор, кафедра фармацевтической и токсикологической химии, Пятигорский медико-фармацевтический институт, пр-т Калинина, 11, г. Пятигорск, 357500, Россия, caisheva2010@yandex.ru

Александр Ш. Кайшев к.фарм.н, Межрегиональное управление Росалкогольрегулирования по СКФО, ул. Ленина, 3/13, г. Ессентуки, 357600, Россия, kaishev2010@yandex.ru

Владимир А. Микелов аспирант, кафедра фармацевтической и токсикологической химии, Пятигорский медико-фармацевтический институт, пр-т Калинина, 11, г. Пятигорск, 357500, Россия, mikelov.vladimir@mail.ru

Христина Н. Гюльбякова к.фарм.н., доцент, кафедра фармацевтической и токсикологической химии, Пятигорский медико-фармацевтический институт, пр-т Калинина, 11, г. Пятигорск, 357500, Россия, xristnik@yandex.ru

Екатерина А. Масловская к.фарм.н., ст. преподаватель, кафедра фармацевтической и токсикологической химии, Пятигорский медико-фармацевтический институт, пр-т Калинина, 11, г. Пятигорск, 357500, Россия, ekatucha@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы принимали равное участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 24.01.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.02.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nelli Sh. Kajsheva Dr. Sci. (Pharm.), professor, pharmaceutical and toxicological chemistry department, Pyatigorsk medical and pharmaceutical Institute, Kalinina av., 11, Pyatigorsk, 357500, Russia, caisheva2010@yandex.ru

Aleksandr Sh. Kajshev Cand. Sci. (Pharm.), Interregional management of Federal alcohol market regulatory service, Lenin str., 3/13, Essentuki, 357600, Russia, kaishev2010@yandex.ru

Vladimir A. Mikelov graduate student, pharmaceutical and toxicological chemistry department, Kalinina av., 11, Pyatigorsk, 357500, Russia, mikelov.vladimir@mail.ru

Christina N. Gulbjakova Cand. Sci. (Pharm.), associate professor, pharmaceutical and toxicological chemistry department, Pyatigorsk medical and pharmaceutical Institute, Kalinina av., 11, Pyatigorsk, 357500, Russia, xristnik@yandex.ru

Ekaterina A. Maslovskaya Cand. Sci. (Pharm.), senior lecturer, pharmaceutical and toxicological chemistry department, Pyatigorsk medical and pharmaceutical Institute, Kalinina av., 11, Pyatigorsk, 357500, Russia, ekatu-cha@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors were equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.24.2019

ACCEPTED 2.18.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 544.478:620.22

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-261-267

Особенности получения катализатора синтеза углеродных нанотрубок

Елена А. Буракова [1] elenburakova@yandex.ru
Галина С. Бесперстова [1] bes.galina@mail.ru
Марина А. Неверова [1] gaaral@mail.ru
Алексей Г. Ткачев [1]
Наталия В. Орлова [1] nanotam@yandex.ru
Татьяна П. Дьячкова [1] mashtatpetr@mail.ru

[1] Тамбовский государственный технический университет, ул. Советская, 106, г. Тамбов, 392000, Россия

Аннотация. В работе изучены особенности получения Co-Mo/Al_2O_3 катализатора синтеза углеродных нанотрубок (УНТ) методом термического разложения. Выявлено, что продолжительность реализации стадии термического разложения предкатализатора в процессе получения металлоксидной системы оказывает существенное влияние на ее активность в процессе синтеза углеродных наноструктурных материалов методом газофазного химического осаждения (ГФХО). Доказано, что эффективный катализатор синтеза УНТ можно получить методом термического разложения, при реализации термообработки в одну ступень (разложение предкатализтора), при этом отсутствует вторая ступень – стадия прокаливания металлоксидной системы. Использование Co-Mo/Al_2O_3 катализатора, полученного методом термического разложения без реализации стадии прокаливания, в процессе ГФХО способствует снижению себестоимости синтезируемых УНТ. С помощью сканирующей электронной микроскопии показано, что от условий термообработки предкатализатора зависит размер зерен, и удельная поверхность формируемого Co-Mo/Al_2O_3 катализатора. Управляя условиями реализации процесса термического разложения предкатализатора (температура, объем, продолжительность и др.) можно регулировать не только характеристики получаемого катализатора (удельная поверхность, эффективность), но и УНТ (диаметр, степень дефектности). В ходе экспериментов определены оптимальные режимы реализации методики получения Co-Mo/Al_2O_3 катализатора позволяющие формировать систему с удельной поверхностью ~108 $м^2/г$. Использование полученного катализатора в процессе синтеза наноструктурных материалов обеспечивает высокий удельный выход многослойных УНТ диаметром 8-20 нм со степенью дефектности 0,97.

Ключевые слова: катализатор, термообработка, синтез, углеродные нанотрубки, эффективность

Features of obtaining the catalyst for the synthesis of carbon nanotubes

Elena A. Burakova [1] elenburakova@yandex.ru
Galina S. Besperstova [1] bes.galina@mail.ru
Marina A. Neverova [1] gaaral@mail.ru
Alexey G. Tkachev [1]
Natalia V. Orlova [1] nanotam@yandex.ru
Tatyana P. Dyachkova [1] mashtatpetr@mail.ru

[1] Tambov State Technical University, Sovetskaya street, 106, Tambov, 392000, Russia

Abstract. In this paper, the features of obtaining a Co-Mo/Al_2O_3 catalyst to synthesize carbon nanotubes (CNTs) by thermal decomposition were studied. It was revealed that the duration of the pre-catalyst thermal decomposition stage in the process of developing a metal oxide system has a significant impact on its activity in the synthesis of carbon nanostructured materials by chemical vapor deposition (CVD). It was proved that an effective catalyst for CNTs synthesis can be obtained by through thermal decomposition of the pre – catalyst, without calcination of the metal oxide system. The use of the Co-Mo/Al_2O_3 catalyst, synthesized in such a way, in the CVD process makes it possible to reduce the cost of synthesized CNTs. Using scanning electron microscopy, it was shown that the size of the grains, and specific surface area of the formed Co-Mo/Al_2O_3 catalyst depend on the thermal treatment conditions of the pre-catalyst. Under the conditions for the implementation of the pre-catalyst thermal decomposition stage (temperature, volume, duration, etc.), it is possible to contro not only the characteristics of the resulting catalyst (specific surface area, efficiency), but also the characteristics of the CNTs (diameter, degree of defectiveness). In the course of experiments, the optimal modes of implementation of the method for obtaining the Co-Mo/Al_2O_3 catalyst allowed forming a system with a specific surface area of ~ 108 m^2/g. The use of the resulting catalyst in the synthesis of nanostructured materials provides a high specific yield of multi-walled CNTs with a diameter of 8-20 nm and a degree of defectiveness of 0.97.

Keywords: catalyst, heat treatment, synthesis, carbon nanotubes, efficiency

Для цитирования

Буракова Е.А., Бесперстова Г.С., Неверова М.А, Ткачев А.Г., Орлова Н.В., Дьячкова Т.П. Особенности получения катализатора синтеза углеродных нанотрубок // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 261–267. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-261-267

For citation

Burakova E.A., Besperstova G.S., Neverova M.A., Tkachev A.G., Orlova N.V., Dyachkova T.P. Features of obtaining the catalyst for the synthesis of carbon nanotubes. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 261–267. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-261-267

Введение

Углеродные нанотрубки (УНТ) широко используют в производстве конструкционных и функциональных материалов. Они позволяют создавать композиты с улучшенными эксплуатационными характеристиками [1], материалы, способные поглощать электромагнитные волны [2, 3], накапливать электрохимическую энергию [4], осуществлять адресную доставку лекарств. Широкий спектр областей применения УНТ обусловлен их уникальными свойствами, которые они передают создаваемым на их основе материалам. Промышленное производство УНТ налажено во многих странах, в том числе и в России (ООО «НаноТехЦентр», «OCSiAl» и др.), однако для каждой области применения необходимы наноматериалы с определенной морфологией и структурой, поэтому важно уметь управлять их характеристиками (диаметр нанотрубок, степень дефектности, длина и др.) на стадии синтеза.

Существуют разные способы синтеза УНТ, но для их промышленного производства наиболее предпочтительным является метод газофазного химического осаждения на поверхности металлических катализаторов (ГФХО) [5–8]. Исходная форма катализатора чаще всего представляет собой металлоксидную каталитическую систему. В качестве активного компонента катализатора обычно используют металлы группы железа. Роль носителя, не позволяющего спекаться частицам активного компонента, выполняют MgO, Al_2O_3, Si_2O_3 и др. Часто при получении катализатора прибегают к промотированию (введение Mo, V, W, Y) системы для повышения ее активности. В процессе синтеза углеродных наноструктурных материалов происходит разложение углеводородного сырья, и часть выделившегося водорода инициирует восстановление оксидов металлов до металлов. При этом формирование нанотрубок происходит только на активных центрах металлического катализатора. Согласно физической модели роста УНТ, предложенной А.В. Руховым, во время синтеза происходит циклический процесс формирования нанотрубок, состоящий из следующих стадий:

– дегидрирование углеродсодержащего сырья и накопление углерода на «лобовой» стороне частицы катализатора;

– диффузия углерода в объем частицы и образование неустойчивых карбидов;

– снижение температуры частицы катализатора из-за изменения теплофизических свойств и разрушение сформировавшихся на предыдущей стадии неустойчивых карбидов;

– насыщение металлической частицы углеродом и его кристаллизация на «тыльной» стороне частицы катализатора [9].

В процессе синтеза углеродных наноматериалов методом ГФХО морфология и структура УНТ определяется не только режимными параметрами процесса (температура, давление, продолжительность), природой и расходом углеродсодержащего сырья [10], но и характеристиками, и составом катализатора [11]. Так, согласно [12] диаметр УНТ зависит от размера активных центров катализатора, поэтому правильно подобранные катализатор и условия синтеза позволяют получать нанопродукты с требуемыми характеристиками [13]. В связи с этим получение эффективного катализатора, позволяющего осуществлять направленный синтез наноструктур (длина, диаметр, структура, степень дефектности и др.), остается по-прежнему актуальной задачей.

Существует несколько методов получения катализаторов, но наиболее востребованным является метод термического разложения. Широкое применение его при получении катализаторов синтеза УНТ объясняется простотой реализации, а также возможностью управления процессом формирования активных центров каталитической системы на стадии ее получения. [14]

Основными стадиями процесса получения катализатора методом термического разложения являются: подбор исходных компонентов и приготовление из них раствора, термическая обработка предкатализатора (разложение / разложение и прокаливание) и механоактивация. В работе [15] показано, что стабильность и эффективность катализатора зависит от качества исходных компонентов и условий термообработки раствора на их основе. Так как в результате термического разложения раствора исходных компонентов формируется катализатор и его активные зерна, то особое внимание в процессе получения каталитической системы необходимо уделить изучению стадии термообработки. В данной работе экспериментально было изучено влияние продолжительности стадии термического разложения раствора исходных компонентов на характеристики формируемого $Co\text{-}Mo/Al_2O_3$ катализатора и морфологию синтезированных на нем УНТ.

Материалы и методы

В качестве исследуемой каталитической системы был выбран кобальтсодержащий катализатор – $Co\text{-}Mo/Al_2O_3$. Для получения катализатора применяли метод термического

разложения нитратов. В качестве исходных реактивов для получения катализатора использовали $Co(NO_3)_2 6H_2O$ (хч), $Al(NO_3)_3 9H_2O$ (хч), $C_6H_8O_7$ и дистиллированную воду. Для повышения активности катализатора в систему вводили промотор. Так, введение в небольшом количестве молибдена (исходное вещество – $(NH_4)_6Mo_7O_{24}4H_2O$) способствовало увеличению эффективности формируемой металлоксидной каталитической системы.

В качестве параметра, характеризующего эффективность $Co\text{-}Mo/Al_2O_3$ катализатора, использовали удельный выход нанопродукта ($г_{угл}/г_{кат}$). Полученный катализатор использовали для синтеза УНТ методом ГФХО, в качестве углеродсодержащего сырья использовали этилен. Синтез наноструктур осуществляли в лабораторном реакторе периодического действия в течение 30 мин при 650 °С. Удельную поверхность полученных катализаторов определяли, используя метод тепловой десорбции газа-адсорбата с поверхности исследуемого образца в динамических условиях, с помощью анализатора «Сорбтометр-М».

Для оценки морфологии образцов $Co\text{-}Mo/Al_2O_3$ катализатора и синтезированных на них УНТ использовали сканирующую электронную микроскопию (СЭМ). Степень дефектности синтезируемых УНТ определяли при помощи спектрометра комбинированного рассеивания DXR Raman Microscope по соотношению интенсивностей пиков D и G.

Результаты и обсуждение

В соответствии с существующей методикой, для получения $Co\text{-}Mo/Al_2O_3$ катализатора исходные компоненты растворяли в дистиллированной воде при интенсивном перемешивании (100–150 $мин^{-1}$) при 50–55 °С. Важно на этой стадии не допустить перегрева раствора (≥60 °С), т. к. это вызовет нежелательное разложение нитратов. Полученный раствор подвергали термическому разложению при 500 °С в течение 10 мин, после чего образованную в результате термообработки металлоксидную систему прокаливали в течение 1 ч при 600 °С с целью удаления оставшейся органики. Использование полученного $Co\text{-}Mo/Al_2O_3$ катализатора в процессе синтеза углеродных наноструктурных материалов методом ГФХО позволяет формировать многослойные нанотрубки диаметром 5–25 нм и длиной более 2 мкм со степенью дефектности (D/G) ~1,06. Эффективность данной каталитической системы оценивали по удельному выходу УНТ, который составлял ~14,0 $г_{угл}/г_{кат}$. Морфология и рамановская спектроскопия синтезированных УНТ представлена на рисунке 1.

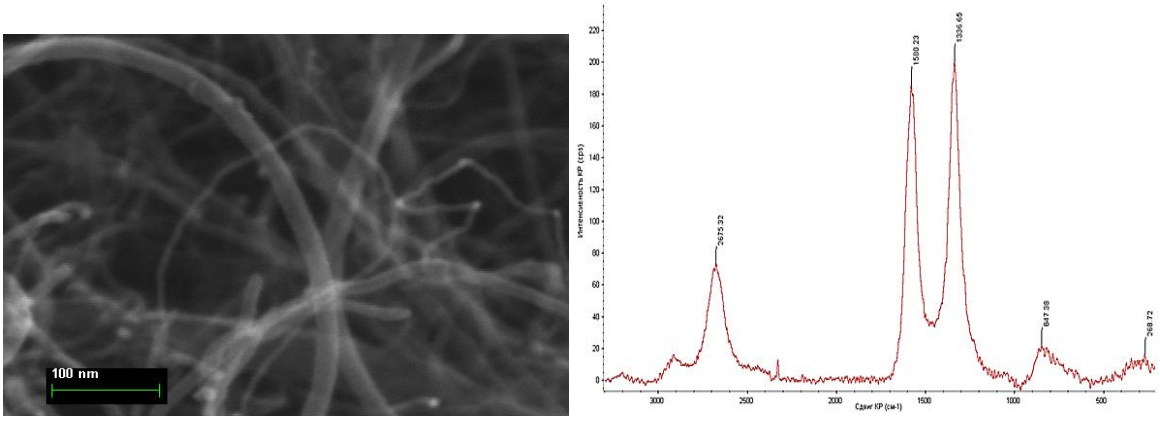


Рисунок 1. Морфология и рамановские спектры УНТ, синтезированных на $Co\text{-}Mo/Al_2O_3$ катализаторе, полученном в результате двухстадийной термообработки

Figure 1. Morphology and Raman spectra of CNTs synthesized on $CoMo/Al_2O_3$ catalyst obtained by two-stage heat treatment

В работе были изучены особенности получения $Co\text{-}Mo/Al_2O_3$ катализатора методом термического разложения, а именно влияние продолжительности термического разложения на характеристики формируемой каталитической системы. Для этого образцы $Co\text{-}Mo/Al_2O_3$ катализатора получали в соответствии с описанной выше методикой, но при отсутствии стадии прокаливания металлоксидной системы, образованной в результате термического разложения предкатализатора.

Продолжительность процесса термического разложения предкатализатора варьировали в диапазоне 10–50 мин. Дальнейшее увеличение продолжительности термообработки предкатализатора оказалось экономически нецелесообразным. СЭМ изображения морфологии полученных образцов $Co\text{-}Mo/Al_2O_3$ катализатора представлены на рисунке 2.

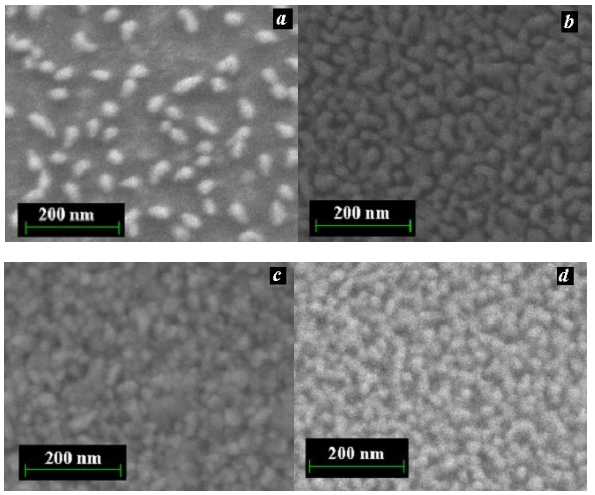


Рисунок 2. СЭМ изображения морфологии Co-Mo/Al_2O_3 катализатора, сформированного в результате термического разложения, мин: *a* – 10; *b* – 15; *c* – 30; *d* – 50

Figure 2. SEM images of the morphology of the Co-Mo/Al_2O_3 catalyst formed as a result of thermal decomposition, min: *a* – 10; *b* – 15; *c* – 30; *d* – 50

На стадии термического разложения предкатализатора происходит процесс кристаллизации, включающий зарождение центров кристаллов и их дальнейший рост на этих центрах. При термообработке предкатализатора в течение 10 мин на поверхности системы частично происходит формирование кристаллов размером ~30 нм (рисунок 2, *a*), при дальнейшем увеличении продолжительности термического разложения кристаллы занимают всю поверхность системы (рисунок 2, *b–d*)

Полученные в ходе эксперимента результаты по влиянию продолжительности стадии термического разложения раствора исходных компонентов Co-Mo/Al_2 O_3 катализатора на его удельную поверхность и эффективность в процессе ГФХО, представлены на рисунке 3.

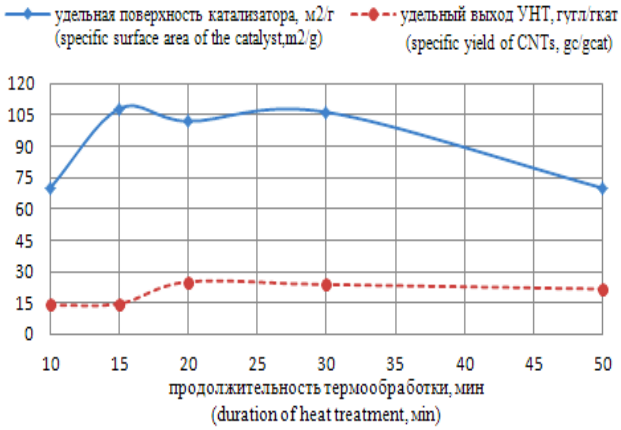


Рисунок 3. Влияние продолжительности термического разложения раствора исходных компонентов Co-Mo/Al_2O_3 катализатора на его удельную поверхность и эффективность в процессе синтеза УНТ

Figure 3. Effect of the thermal decomposition duration of the solution of the initial components of Co-Mo/Al_2 O_3 catalyst on its specific surface area and efficiency in the process of CNTs synthesis

Анализ полученных результатов позволил определить рациональный режим реализации процесса термического разложения предкатализатора, при котором формируется активная Co-Mo/Al_2O_3 каталитическая система синтеза УНТ. Так, Co-Mo/Al_2O_3 катализатор с большей удельной поверхностью (~108 $м^2/г$) и эффективностью (25 $г_{угл}/г_{кат}$) образуется в результате термического разложения предкатализатора в течение 15–30 мин при 500 °C.

СЭМ изображения и раман-спектры УНТ, синтезированных на полученных образцах Co-Mo/Al_2O_3 катализатора, представлены на рисунке 4.

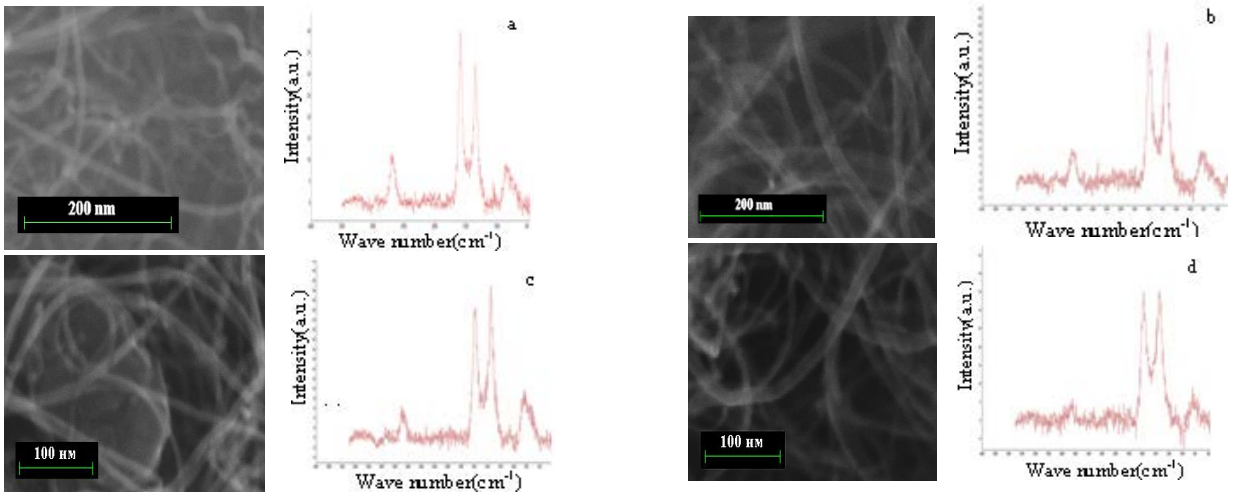


Рисунок 4. СЭМ изображения и раман-спектры УНТ, синтезированных на катализаторе, сформированном в результате термического разложения, мин: *a* – 10; *b* – 15; *c* – 30; *d* – 50

Figure 4. SEM images and Raman spectra of CNTs synthesized on a catalyst formed as a result of thermal decomposition, min: *a* – 10; *b* – 15; *c* – 30; *d* – 50

Использование в процессе синтеза наноструктур Co-Mo/Al_2O_3 катализатора, сформированного термическим разложением предкатализатора в течение 10 мин при 500 °С, позволяет синтезировать УНТ диаметром 8–12 нм со степенью дефектности 0,857 (рисунок 4, *а*). Увеличение продолжительности процесса термического разложения предкатализатора до 15 мин приводит к повышению удельной поверхности Co-Mo/Al_2O_3 системы на 50%. Применение полученного при таких режимах образца Co-Mo/Al_2O_3 катализатора в процессе ГФХО способствует образованию многослойных нанотрубок диаметром 10–20 нм со степенью дефектности 0,82. Термическая обработка предкатализатора в течение 30 и 50 мин способствует образованию нанотрубок диаметром 8–20 нм со степенью дефектности 0,97 и 1,10 соответственно.

Заключение

Обычно при получении каталитической системы методом термического разложения нитратов процесс термообработки реализуют в два этапа: термическое разложение предкатализатора и прокаливание образовавшейся металлоксидной каталитической системы. Существует гипотеза, что на первой стадии происходит формирование активных центров катализатора, а на второй – их активация. Детальное изучение методики получения Co-Mo/Al_2O_3 катализатора показало возможность синтеза эффективного катализатора без реализации второго этапа термообработки – прокаливания. Реализация термического разложения предкатализатора при 500 °С позволяет формировать каталитические системы с удельной поверхностью ~70,0–108,0 м^2/г. Варьируя продолжительность процесса термообработки предкатализатора (10–50 мин) удается управлять не только характеристиками каталитической системы, но и параметрами синтезированных на ней УНТ. В результате исследования были подобраны рациональные режимы реализации стадии термического разложения, позволяющие формировать эффективную Co-Mo/Al_2O_3 каталитическую систему с удельной поверхностью 106,0–108,0 м^2/г. Удельный выход УНТ, синтезированных на Co-Mo/Al_2O_3 системе, сформированной в результате термического разложения предкатализатора в течение 20–30 мин, составляет ~23,8–25,1 $г_{угл}/г_{кат}$. Использование полученного Co-Mo/Al_2O_3 катализатора в процессе ГФХО позволяет синтезировать многослойные УНТ диаметром 10÷20 нм со степенью дефектности 0,82. Дальнейшее увеличение продолжительности процесса термообработки предкатализатора до 30–50 минут увеличивает степень дефектности УНТ, синтезируемых на данных образцах катализатора, до 0,97–1,10. Правильно подобранные режимы реализации термической обработки предкатализатора (температура, продолжительность, подвод кислорода в зону разложения, объем раствора исходных компонентов катализатора и др.) и реализация методики получения Co-Mo/Al_2O_3 системы методом термического разложения нитратов без стадии прокаливания способствует снижению себестоимости синтезируемых УНТ.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-43-680005.

ЛИТЕРАТУРА

1 Плетнёв М.А., Кухто А.В. Свойства функциональных материалов на базе гибридных полимерных композитов с наноуглеродными включениями // Интеллектуальные системы в производстве. 2016. С. 142–145.

2 Liu L., Zhang S., Yan F., Li Ch. et al. Three-dimensional Hierarchical MoS_2 Nanosheets/Ultralong N-doped Carbon Nanotubes as High-Performance Electromagnetic Wave Absorbing Material // ACS Appl. Mater. Interfaces. 2018. V. 10. № 16. P. 14108–14115. doi: 10.1021/acsami.8b00709

3 Zhao T., Ji X., Jin W., Wang Ch. et al. Direct in situ synthesis of a 3D interlinked amorphous carbon nanotube/graphene/$BaFe_{12}O_{19}$ composite and its electromagnetic wave absorbing properties // RSC Advances. 2017. № 26. P. 15903–15910. doi: 10.1039/C7RA00623C.

4 Du F., Dai Q., Dai L., Zhang Q. et al. Vertically-Aligned Carbon Nanotubes for Electrochemical Energy Conversion and Storage // Nanomaterials for Sustainable Energy. 2016. P. 253–270. doi: 10.1007/978–3–319–32023–6_7

5 Kumar M. Chemical Vapor Deposition of Carbon Nanotubes: A Review on Growth Mechanism and Mass Production // Nanoscience and Nanotechnology. 2010. № 10. P. 3739–3758.

6 Magrez A., Seo J.W., Smajda R., Mionic M. et al. Catalytic CVD Synthesis of Carbon Nanotubes: Towards High Yield and Low Temperature Growth // Materials (Basel). 2010. V. 3. № 11. P. 4871–4891. doi: 10.3390/ma3114871

7 Мищенко С.В., Ткачев А.Г. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение. М.: Машиностроение, 2008. 320 с.

8 Рухов А.В. Основные процессы синтеза углеродных нанотрубок методом газофазного химического осаждения // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2013. Т. 56. № 9. С. 117–121.

9 Рухов А.В. Основные процессы и аппаратурное оформление производства углеродных наноматериалов: диссертация… доктора технических наук: 05.17.08. Иваново, 2013. 344 с.

10 Kulmeteva V.B., Maltsev I.A. Effect of specification catalytic pyrolysis of ethanol vapor on characteristic of carbon nanotubes // Digital scientific journal. 2014. № 6. URL: http://www.science-education.ru/pdf/2014/6/739.pdf

11 Muangrat W., Porntheeraphat S., Wongwiriyapan W. Effect of Metal Catalysts on Synthesis of Carbon Nanomaterials by Alcohol Catalytic Chemical Vapor Deposition // Engineering journal. 2013. V. 17. № 5. P. 35–39. doi:10.4186/ej.2013.17.5.35

12 Kukovitsky E.F., L'vov S.G., Sainov N.A., Shustov V.A. et al. Correlation between metal catalyst particle size and carbon nanotube growth // Chemical Physics Letters. 2002. V. 355. № 5–6. P. 497–503.

13 Oyewemi A., Abdulkareem A.S., Tijani J.O., Bankole M.T. et al. Controlled Syntheses of Multi-walled Carbon Nanotubes from Bimetallic Fe–Co Catalyst Supported on Kaolin by Chemical Vapour Deposition Method // Arabian Journal for Science and Engineering. 2019. V. 44. № 6. P. 5411–5432. doi: 10.1007/s13369–018–03696–4.

14 Rukhov A.V., Burakova E.A., Bakunin E.S., Besperstova G.**S**. et al. Features of technology of preparation of catalytic systems by thermal decomposition for synthesis of carbon nanotubes // Inorganic Materials: Applied Research. 2017. V. 8. P. 802–807. doi: 10.1134/ S2075113317050276.

15 Burakova E., Dyachkova T., Besperstova G., Rukhov A. et al. Peculiarities of obtaining a catalyst for the synthesis of nanostructured carbon materials via thermal decomposition // AIP Conference Proceedings. 2017. V. 1899. P. 020008. doi: 10.1063/1.5009833.

REFERENCES

1 Pletnev, M.A., Kukhto A.V. Properties of functional materials based on hybrid polymer composites with nanocarbon inclusions. Intelligent systems in production. 2016. pp. 142–145. (in Russian).

2 Liu L., Zhang S., Yan F., Li Ch. et al. Three-dimensional Hierarchical MoS2 Nanosheets/Ultralong N-doped Carbon Nanotubes as High-Performance Electromagnetic Wave Absorbing Material. ACS Appl. Mater. Interfaces. 2018. vol. 10. no. 16. pp. 14108–14115. doi: 10.1021/acsami.8b00709

3 Zhao T., Ji X., Jin W., Wang Ch. et al. Direct in situ synthesis of a 3D interlinked amorphous carbon nanotube/graphene/$BaFe_12O_{19}$ composite and its electromagnetic wave absorbing properties. RSC Advances. 2017. no. 26. pp. 15903–15910. doi: 10.1039/ C7RA00623C.

4 Du F., Dai Q., Dai L., Zhang Q. et al. Vertically-Aligned Carbon Nanotubes for Electrochemical Energy Conversion and Storage. Nanomaterials for Sustainable Energy. 2016. pp. 253–270. doi: 10.1007/978–3–319–32023–6_7

5 Kumar M. Chemical Vapor Deposition of Carbon Nanotubes: A Review on Growth Mechanism and Mass Production. Nanoscience and Nanotechnology. 2010. no. 10. pp. 3739–3758.

6 Magrez A., Seo J.W., Smajda R., Mionic M. et al. Catalytic CVD Synthesis of Carbon Nanotubes: Towards High Yield and Low Temperature Growth. Materials (Basel). 2010. vol. 3. no. 11. pp. 4871–4891. doi: 10.3390/ma3114871

7 Mishchenko S.V., Tkachev A.G. Carbon nanomaterials. Production, properties, application. Moscow, Mashinostroyeniye, 2008. 320 p. (in Russian).

8 Rukhov A.V. Main processes of synthesis of carbon nanotubes by gas-phase chemical vapor deposition. Proceedings of higher educational institutions. Chemistry and chemical technology. 2013. vol. 56. no. 9. pp. 117–121. (in Russian).

9 Rukhov A.V. Basic processes and apparatus design for production of carbon nanomaterials: dissertation… doctor of technical Sciences: 05.17.08 Ivanovo, 2013. 344 p. (in Russian).

10 Kulmeteva V.B., Maltsev I.A. Effect of specification catalytic pyrolysis of ethanol vapor on characteristic of carbon nanotubes. Digital scientific journal. 2014. no. 6. Available at: http://www.science-education.ru/pdf/2014/6/739.pdf

11 Muangrat W., Porntheeraphat S., Wongwiriyapan W. Effect of Metal Catalysts on Synthesis of Carbon Nanomaterials by Alcohol Catalytic Chemical Vapor Deposition. Engineering journal. 2013. vol. 17. no. 5. pp. 35–39. doi:10.4186/ej.2013.17.5.35

12 Kukovitsky E.F., L'vov S.G., Sainov N.A., Shustov V.A. et al. Correlation between metal catalyst particle size and carbon nanotube growth. Chemical Physics Letters. 2002. vol. 355. no. 5–6. pp. 497–503.

13 Oyewemi A., Abdulkareem A.S., Tijani J.O., Bankole M.T. et al. Controlled Syntheses of Multi-walled Carbon Nanotubes from Bimetallic Fe–Co Catalyst Supported on Kaolin by Chemical Vapour Deposition Method. Arabian Journal for Science and Engineering. 2019. vol. 44. no. 6. pp. 5411–5432. doi: 10.1007/s13369–018–03696–4.

14 Rukhov A.V., Burakova E.A., Bakunin E.S., Besperstova G.S. et al. Features of technology of preparation of catalytic systems by thermal decomposition for synthesis of carbon nanotubes. Inorganic Materials: Applied Research. 2017. vol. 8. pp. 802–807. doi: 10.1134/S2075113317050276.

15 Burakova E., Dyachkova T., Besperstova G., Rukhov A. et al. Peculiarities of obtaining a catalyst for the synthesis of nanostructured carbon materials via thermal decomposition. AIP Conference Proceedings. 2017. vol. 1899. pp. 020008. doi: 10.1063/1.5009833..

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена А. Буракова к.т.н., доцент, кафедра техники и технологий производства нанопродуктов, Тамбовский государственный технический университет, ул. Советская 106, г. Тамбов, 392000, Россия, elenburakova@yandex.ru

Галина С. Бесперстова аспирант, кафедра техники и технологий производства нанопродуктов, Тамбовский государственный технический университет, ул. Советская 106, г. Тамбов, 392000, Россия, bes.galina@mail.ru

Марина А. Неверова магистрант, кафедра техники и технологий производства нанопродуктов, Тамбовский государственный технический университет, Адрес (улица, дом, город, индекс, страна), gaaral@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena A. Burakova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technique and technology of production of nanoproducts department, Tambov State Technical University, 106, Sovetskaya Str., Tambov, Russia, elenburakova@yandex.ru

Galina S. Besperstova postgraduate, technique and technology of production of nanoproducts department, Tambov State Technical University, 106, Sovetskaya Str., Tambov, Russia, bes.galina@mail.ru

Marina A. Neverova master student, technique and technology of production of nanoproducts department, Tambov State Technical University, 106, Sovetskaya Str., Tambov, Russia, gaaral@mail.ru

Алексей Г. Ткачев д.т.н., профессор, кафедра техники и технологий производства нанопродуктов, Тамбовский государственный технический университет, ул. Советская 106, г. Тамбов, 392000, Россия,
Наталия В. Орлова к.т.н, доцент, кафедра техники и технологий производства нанопродуктов, Тамбовский государственный технический университет, ул. Советская 106, г. Тамбов, 392000, Россия, nanotam@yandex.ru
Татьяна П. Дьячкова д.х.н., профессор, кафедра техники и технологий производства нанопродуктов, Тамбовский государственный технический университет, ул. Советская 106, г. Тамбов, 392000, Россия, mashtatpetr@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена А. Буракова предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания полученных образцов катализатора синтеза УНТ, обработка полученных данных
Галина С. Бесперстова проведение обзора литературных источников по катализаторам синтеза УНТ, проведение эксперимента
Марина А. Неверова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, оформление статьи по требованиям журнала, несет ответственность за плагиат
Алексей Г. Ткачев , Татьяна П. Дьячкова консультация в области синтеза УНТ
Наталия В. Орлова подбор оборудования для реализации методики получения катализатора

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.03.2019
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2019

Alexey G. Tkachev Dr. Sci. (Engin.), professor, technique and technology of production of nanoproducts department, Tambov State Technical University, 106, Sovetskaya Str., Tambov, Russia,
Natalia V. Orlova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technique and technology of production of nanoproducts department, Tambov State Technical University, 106, Sovetskaya Str., Tambov, Russia, nanotam@yandex.ru
Tatyana P. Dyachkova Dr. Sci. (Chem.), professor, technique and technology of production of nanoproducts department, Tambov State Technical University, 106, Sovetskaya Str., Tambov, Russia, mashtatpetr@mail.ru

CONTRIBUTION

Elena A. Burakova proposed a methodology for the experiment and organized production tests of the obtained samples of catalyst synthesis CNT, processing of the data

Galina S. Besperstova the review of literature on catalysts for the synthesis of CNTs, the experiment

Marina A. Neverova review of literary sources on the problem under study, design of the article according to the requirements of the journal and is responsible for plagiarism
Alexey G. Tkachev, **Tatyana P. Dyachkova** consultation in the field of CNT
Natalia V. Orlova selection of equipment for the implementation of methods for obtaining a catalyst

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.29.2019
ACCEPTED 5.17.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 543+681.586.773:546:30

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-268-272

Сорбционные свойства модификаторов пьезокварцевых резонаторов на основе 3d-элементов

Алла В. Никулина [1] nik_a_68@mail.ru

Татьяна А. Кучменко [1] tak1907@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Переходные металлы являются комплексообразователями, следовательно, их введение в модификаторы сенсоров может повысить селективность покрытий. Методом пьезокварцевого микровзвешивания изучены сорбционные характеристики пленок на основе малорастворимых фосфатов 3d-элементов (марганца (II), железа (II и III), никеля, меди, цинка, хрома) и покрытий, содержащих малорастворимые соли двухвалентного железа (гидроксид, фторид, карбонат, сульфид, фосфат). Соли получали непосредственно перед анализом, в качестве пленкообразователя применяли пчелиный клей. Наиболее эффективным способом формирования пленок признан метод погружения сенсоров в суспензию пленкообразователя и малорастворимой соли, однородность которой поддерживали при помощи ультразвуковой ванны. Сорбционные свойства сформированных покрытий пьезокварцевых резонаторов оценивали по площадям под кинетической кривой сорбции и максимальному значению падения частоты колебания сенсора при анализе равновесной газовой фазы, отобранной над чистыми веществами (вода, фенол, изопропанол, изобутанол, уксусная кислота, хлороформ, бензол, толуол, ацетон, этилацетат, аммиак, диэтиламин, триэтиламин, третбутиламин, бензиламин). Рассчитаны идентификационные параметры Aij, минимаксные значения которых позволяют определять присутствие в смеси паров индивидуальных веществ. Полученые результаты показывают, что применение в качестве модификаторов пьезокварцевых резонаторов фосфатов разных 3d-элементов эффективнее, чем использование различных солей одного элемента. Недостатком предлагаемых модификаторов является образование устойчивых в течение некоторого времени комплексов с аминами (аммиаком). Десорбция этих аналитов с пленок происходит медленно, определяется прочностью образовавшихся комплексов и занимает от 2 до 60 часов. Однако массив из семи сенсоров, модифицированных фосфатами переходных металлов IV группы позволяет идентифицировать в смеси пары кислород- и азотсодержащих соединений, в том числе раздельно определять аммиак, диэтил- и триэтиламины.

Ключевые слова: пьезокварцевое микровзвешивание, переходные металлы IV периода, 3d-элементы

Sorption properties of modifiers of piezoquartz resonators based on 3d-elements

Alla V. Nikulina [1] nik_a_68@mail.ru

Tatyana A. Kuchmenko [1] tak1907@mail.ru

[1] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Transition metals are complexing substances, that is why being incorporated into the sensor modifiers, they can improve detection discrimination. The method of piezoelectric microweighting was used to study the sorption characteristics of the films based on partially soluble phosphates of 3d-elements (manganese (II), iron (II and III), nickel, copper, zinc, chromium) and coatings bearing partially soluble ferrous salts (hydrated oxide, fluoride, carbonate, sulfide, phosphate). The salts were created immediately prior to analysis, with bee glue as a filming agent. The method of immersion sensors in suspension of the filming agent and partially soluble salt, that was kept homogeneous by ultrasonic bath, was recognized the best way of film formation. Sorption characteristics of the composed coatings of piezoelectric resonator were estimated by the area under sorption kinetic curve and by peak value of sensor oscillation frequency drop during analysis of equilibrium gaseous form received over pure substances (water, phenol, isopropanol, isobutanol, acetous acid, chloroform, benzene, toluene, acetone, ethyl acetate, ammonia, diethyl amine, triethylamine, tert-butylamine, benzylamine). It was possible to determine the identifying variables Aij, minimax values of those allow to detect individual substances in the mixed vapour. Modifier application of piezoelectric resonators of phosphates of different 3d-elements is more efficient than use of different salts of one element. The shortcoming of the proposed modifiers is temporarily stable amine (ammonia) complexation. Those analytes desorption from the films proceeds slowly, it is determined by the bond strength of complexes and takes from 2 to 6 hours. However, array of seven sensors, modified by phosphates of transition metals of group IV, allows to detect oxygen- and nitrogen-based compounds vapours in the mixed vapour as well as to detect ammonia, diethyl amine and triethylamine individually.)

Keywords: piezoelectric microweighing, transition metals IV periods, 3d-elements

Введение

Пьезокварцевое микровзвешивание является одним из современных методов анализа равновесной газовой фазы, отобранной над различными объектами [1–3]. Однако, большинство применяемых в настоящее время модификаторов пьезокварцевых резонаторов (ПКР) характеризуются значительной чувствительностью к парам воды и аддитивностью по отношению к аналитам, что делает актуальным поиск новых гидрофобных селективных модификаторов ПКР и изучение их сорбционных характеристик [10]. Способность переходных металлов к комплексообразованию позволяет предположить высокое сродство пленок на их основе к полярным соединениям.

Для цитирования

Никулина А.В., Кучменко Т.А. Сорбционные свойства модификаторов пьезокварцевых резонаторов на основе 3d-элементов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 268–272. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-268-272

For citation

Nikulina A.V., Kuchmenko T.A. Sorption properties of modifiers of piezoquartz resonators based on 3d-elements. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 268–272. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-268-272

Материалы и методы

Методом пьезокварцевого микровзвешивания изучены сорбционные свойства тонких пленок на основе водонерастворимых солей переходных металлов 4-го периода ($CrPO_4$, $FePO_4$, $Fe_3(PO_4)_2$, $Mn_3(PO_4)_2$, $Zn_3(PO_4)_2$, $Ni_3(PO_4)_2$, $Cu_3(PO_4)$, FeS, FeF_2, $FeSO_3$, $FeCO_3$, $Fe(OH)_2$). В качестве пленкообразователя применяли пчелиный клей, так как присутствующие в нем флавоноиды, содержащие фенольные гидроксилы и карбонильные группы, способны образовывать комплексы различной степени устойчивости с солями металлов [4], что повышает стабильность пленок на основе порошкообразных соединений.

Сорбционные свойства модификаторов ПКР по отношению к аналитам (вода, уксусная кислота (уксус), этилацетат, изобутанол, изопропанол, толуол, бензол, фенол, ацетон, хлороформ, этилацетат, ряд аминов – аммиак, диэтиламин, триэтиламин, третбутиламин, бензиламин) оценивали по максимальному значению падения частоты колебания сенсора (ΔF_{max}) при сорбции равновесной газовой фазы, отобранной над чистыми веществами и площадям под кинетической кривой сорбции (S). Водонерастворимые соли получали с помощью реакций осаждения, фильтровали, высушивали на воздухе до постоянной массы и тонко измельчали в ступке.

Формирование модификаторов ПКР проводили двумя способами – напылением тонкоизмельченного порошка водонерастворимой соли на подложку пчелиного клея и методом ультравибрации, заключающим в статическом испарении растворителя «после погружения» в суспензию «спиртовой раствор пчелиного клея (1мг/ $см^3$) – порошок водонерастворимой соли (10 мг/$см^3$)». Однородность суспензии поддерживали с помощью ультразвуковой ванны. Полноту удаления растворителя контролировали по стабильности частоты колебания резонатора с пленкой.

Пьезокварцевое микровзвешивание проводили на мультианализаторе газов «МАГ-8» с инжекторным вводом пробы аналита.

Сорбционная активность покрытий, сформированных разными способами, близка (таблица 1).

Таблица 1.

Сорбционные свойства (ΔF_{max}, Гц) модификатора на основе $Fe_3(PO_4)_2$, сформированного различными способами, n = 3, P = 0,95

Table 1.

Sorption properties (ΔF_{max}, Hz) of the $Fe_3(PO_4)_2$ – based modifier, formed by various methods, n = 3, P = 0,95

Аналит Analyt	Метод напыления The method of spraying	Метод ультравибрации The method of ultraliberal
Ацетон Acetone	5 ± 1	8 ± 2
Толуол Toluene	3 ± 1	3 ± 1
Хлороформ Chloroform	7 ± 1	9 ± 1
Изопропиловый спирт Isopropyl alcohol	7 ± 2	3 ± 1

Однако работа ПКР с модификатором, нанесенным методом напыления, менее стабильна, что объясняется неравномерным распределением порошка соли по поверхности сенсора. Следовательно, оптимальным методом нанесения пленки на поверхность ПКР является метод ультравибрации.

Изучена сорбционная активность пленок на основе водонерастворимых фосфатов различных металлов (таблица 2).

Таблица 2.

Сорбционные характеристики (ΔF_{max}, Гц) пленок на основе водонерастворимых солей 3d-элементов, n = 3, P = 0,95

Table 2.

Sorption characteristics (ΔF_{max}, Hz) of films based on water-insoluble salts 3d-elements, n = 3, P = 0,95

№ сенсора в массиве | sensor number	1	2	3	4	5	6	7
Аналит | Analyt	$Mn_3(PO_4)_2$	$FePO_4$	$Ni_3(PO_4)_2$	$Cu_3(PO_4)_2$	$Zn_3(PO_4)_2$	$Fe_3(PO_4)_2$	$CrPO_4$
Вода | Water	2 ± 1	3 ± 1	6 ± 1	12 ± 1	5 ± 1	3 ± 1	4 ± 1
Изобутанол | Isobutanol	4 ± 1	5 ± 1	8 ± 1	10 ± 1	6 ± 1	8 ± 1	5 ± 1
Уксусная кислота | Acetic acid	2 ± 1	2 ± 1	5 ± 1	6 ± 1	2 ± 1	4 ± 1	2 ± 1
Хлороформ | Chloroform	11 ± 2	13 ± 2	25 ± 2	22 ± 2	23 ± 2	18 ± 2	23 ± 2
Этиацетат | Ethyl acetate	7 ± 2	5 ± 1	23 ± 2	18 ± 2	22 ± 2	10 ± 1	9 ± 1
Ацетон | Acetone	6 ± 2	5 ± 1	17 ± 2	14 ± 1	16 ± 1	12 ± 1	7 ± 1
Бензол | Benzene	2 ± 1	3 ± 1	10 ± 1	9 ± 1	7 ± 1	5 ± 1	5 ± 1
Толуол | Toluene	4 ± 1	3 ± 1	6 ± 1	4 ± 1	9 ± 1	4 ± 1	5 ± 1
Аммиак | Ammonia	-2 ± -1	-2 ± -1	-24 ± -2	-17 ± -2	-25 ± -2	-16 ± -2	-3 ± -1
Диэтиламин | Diethylamine	1 ± 1	2 ± 1	-2 ± -1	5 ± 1	-4 ± -1	2 ± 1	5 ± 1
Триэтиламин | Triethylamine	2 ± 1	3 ± 1	5 ± 1	2 ± 1	3 ± 1	2 ± 1	2 ± 1

Отрицательная сорбция паров аммиака на всех пленках объясняется способностью молекул аммиака к комплексообразованию с металлами-акцепторами [5]. Образование аммиакатов из твердой соли и газообразного аммиака идет в две стадии [6]: катион и анион исходной соли раздвигается до расстояния, характерного для комплексной соли (это сопряжено с затратой энергии E_1), после чего происходит присоединение молекул аммиака к катиону (сопровождается выделением энергии E_2). Причем если $E_1 > E_2$, то аммиакаты не образуются. Разность $E_2 – E_1$ является теплотой образования аммиакатов:

$$Q_{обр} = E_2 – E_1 > 0.$$

Следовательно, при образовании аммиакатов в пленке модификатора пьезокварцевого резонатора выделяется некоторое количество тепла, которое, по-видимому, разогревает пленку, изменяя частоту колебаний сенсора.

Другие третичные амины также способны выступать в качестве комплексообразователей донорно-акцепторного типа: диэтиламин [7], триэтиламин [8]. Однако ΔF_{max} при сорбции равновесной газовой фазы, отобранной над аналитами, практически на всех пленках положительная. Это можно объяснить конкурирующей сорбцией аминов на пленкообразователе (пчелиный клей), так как взаимодействие флавоноидов с аммиаком является характерной реакцией [4].

Все пленки отравляются аммиаком и аминами, т. е. практически перестают сорбировать после контакта с их парами. Однако образующиеся аммиакаты металлов не очень устойчивы [5] и через определенный промежуток времени наблюдается практически полное восстановление сорбционной способности модификаторов. Самую низкую устойчивость имеет аммиакатный комплекс Mn^{2+}, пленка на основе соли марганца восстанавливается в течение нескольких часов (таблица 3). Аммиакат Fe^{2+} характеризуется большей устойчивостью, соответствующая пленка регенерирует в течение суток, а разрушение аммиакатов цинка, меди и никеля требует значительного времени.

Рассмотрены зависимости сорбционных характеристик аналитов от их физико-химических и эмпирических параметров [9], учитывающих:

а) способность к неспецифическому взаимодействию:

– параметр полярности Кирквуда-Борна, $f(\varepsilon)$, пропорциональный величине $(\varepsilon – 1) / (2\varepsilon +1)$, где ε – диэлектрическая проницаемость растворителя;

– параметр поляризуемости Лоренца-Лорентца, $f(n^2)$, равный $(n^2 – 1) / (2n^2 +1)$, где n – показатель преломления растворителя;

б) способность к специфическому взаимодействию:

– акцепторные AN и донорные DN числа Гутмана.

Таблица 3.

Время регенерации пленки модификаторов на основе фосфатов 3d-элементов

Table 3.

Regeneration time of the phosphate modifiers based on phosphate 3d-elements

Ион-комплексообразователь Ion-complexing agent	-lgКуст [5]	Время регенерации пленки, час The regeneration time of the film, the hours
Mn^{2+}	0,8	1–3
Fe^{2+}	1,4	16–20
Zn^{2+}	2,18	>50
Ni^{2+}	2,67	
Cu^{2+}	5,93	

Для всех покрытий установлена зависимость ΔF_{max} при сорбции паров неассоциированных аналитов, содержащих электроотрицательные атомы (хлороформ, ацетон, этилацетат), от показателей параметра полярности Кирквуда-Борна, что характеризует неспецифическое взаимодействие между модификатором и анализируемыми веществами. Величина откликов соответствует электроотрицательности ионов металлов в сформированных пленках.

Достоверно определять в смеси отдельные пары аналитов позволяют идентификационные параметры A_{ij}, рассчитанные по ΔF_{max}, приведенным в таблице 2. Номер сенсора соответствует его положению в массиве. Минимаксные значения параметров в ряду маркеров, значимо выделяющиеся в выборке, представлены в таблице 4.

Установлено, что все кислород- и азотсодержащие соединения надежно распознаются сформированным массивом сенсоров.

Проведенные исследования позволяют признать наиболее эффективной из изученных пленку, содержащую фосфат двухвалентного железа, – оптимальное соотношение сорбционной активности и времени регенерации при отравлении пленки.

Таблица 4.

Идентификационные параметры для веществ (модифткаторы с фосфатами 3d-элементов)

Table 4.

Identification parameters for substances (modifiers with phosphates 3d-elements)

Номера сенсоров | Sensor number	min (A_{ij})	Идентифицируемое вещество Identifiable substance
1/2	1,30 ± 0,10	Этилацетат, ацетон | Ethyl acetate, acetone
1/5	0,70 ± 0,08	Изобутанол, триэтиламин | Isobutanol, and triethylamine
	0,08 ± 0,01	Аммиак | Ammonia
2/3	1,00 ± 0,01	Диэтиламин | Diethylamine
2/4	1,50 ± 0,10	Триэтиламин | Triethylamine
2/6	0,10 ± 0,01	Аммиак | Ammonia
3/7	8,00 ± 0,75	Аммиак | Ammonia
4/6	4,00 ± 0,30	Вода | Water
5/6	0,50 ± 0,05	Уксусная к-та | Acetic acid
5/7	8,00 ± 0,70	Аммиак | Ammonia
6/7	0,40 ± 0,04	Диэтиламин | Diethylamine
	5,00 ± 0,45	Аммиак | Ammonia

Сформированы пленки на основе различных труднорастворимых соединений железа (II). Так как скорость самопроизвольной десорбции аналитов на полученных модификаторах различна, далее для оценки сорбционных свойств покрытий использовали площадь под кинетической кривой сорбции (S, Гц·с, таблица 5).

Таблица 5.

Сорбционные характеристики модификаторов (S, Гц·с) на основе водонерастворимых солей железа

Table 5.

Sorption characteristics of modifiers (S, Hz·s) based on water-insoluble iron salts

Аналиты | Analyt	$Fe(OH)_2$	FeF_2	$FeSO_3$	$FeCO_3$	FeS	$Fe_3(PO_4)_2$
Вода | Water	200 ± 20	20 ± 2	9 ± 1	23 ± 2	240 ± 20	48 ± 5
Фенол | Phenol	45 ± 4	-9 ± -1	-14 ± 1	-14 ± -1	70 ± 7	-20 ± -2
Изопропанол | Isopropanol	190 ± 15	95 ± 5	-40 ± -4	-36 ± -3	65 ± 6	155 ± 15
Изобутанол | Isobutanol	320 ± 30	70 ± 5	80 ± 8	70 ± 7	275 ± 25	140 ± 10
Уксусная кислота | Acetic acid	700 ± 60	170 ± 15	190 ± 15	180 ± 15	60 ± 6	44 ± 5
Хлороформ | Chloroform	310 ± 30	190 ± 15	215 ± 20	90 ± 9	200 ± 20	195 ± 15
Бензол | Benzene	260 ± 25	60 ± 6	85 ± 9	20 ± 2	140 ± 15	50 ± 5
Толуол | Toluene	135 ± 15	130 ± 10	-30 ± -3	-25 ± -3	130 ± 10	60 ± 5
Ацетон | Acetone	870 ± 50	130 ± 10	175 ± 15	80 ± 8	255 ± 15	155 ± 15
Этилацетат | Ethyl acetate	650 ± 50	110 ± 10	120 ± 10	45 ± 4	180 ± 15	180 ± 15
Аммиак | Ammonia	-130 ± -15	-115 ± -10	-90 ± -9	-30 ± -3	140 ± 10	-170 ± -15
Диэтиламин | Diethylamine	145 ± 10	95 ± 5	-10 ± -1	-25 ± -3	195 ± 15	-22 ± -2
Триэтиламин | Triethylamine	170 ± 15	-20 ± -3	-24 ± -3	-55 ± -5	165 ± 15	30 ± 3
Третбутиламин | Tertbutylamine	170 ± 15	30 ± 2	50 ± 5	8 ± 1	200 ± 20	60 ± 6
Бензиламин | Benzylamine	-1794 ± -50	415 ± 35	55 ± 5	-130 ± -15	265 ± 25	505 ± 50

Все пленки показали высокую избирательность по отношению к бензиламину, массовая чувствительность пленок по отношению к нему убывает в ряду $Fe(OH)_2 > Fe_3(PO_4)_2 \sim FeS > FeSO_3 > FeCO_3$. Покрытие, содержащее сульфид железа, менее селективно и наиболее гидрофильно из всех изученных пленок. Также повышенным сродством к воде характеризуется модификатор, содержащий гидроксид железа (II). Проявление высокой сорбционной активности этой пленки к уксусной кислоте связано с основностью гидроксида железа.

Минимаксные значения параметров A_{ij}, рассчитанные для этого массива сенсоров, позволяют идентифицировать в смеси паров только амины.

Заключение

Полученные в работе сорбционные характеристики сформированных покрытий и рассчитанные идентификационные параметры A_{ij} показали преимущество массива сенсоров, модификаторы которых содержат малорастворимые соли различных 3d-элементов. Такой набор сенсоров позволяет выявлять присутствие различных кислород- и азотсодержащих веществ в смеси.

ЛИТЕРАТУРА

1 Oprea A., Weimar U. Gas sensors based on mass-sensitive transducers part 1: transducers and receptors – basic understanding // Analytical and bioanalytical chemistry. 2019. V. 411. № 9. P. 1761–1787.

2 Nazemi H. et al. Advanced Micro-and Nano-Gas Sensor Technology: A Review // Sensors. 2019. V. 19. № 6. P. 1285.

3 Кучменко Т.А. Химические пьезосенсоры в анализе пищевых объектов // Контроль качества продукции. 2019. № 3. С. 25–31.

4 Иващенко М.Н., Самоделкин А.Г., Ситникова Н.О. Изучение фенольного состава прополиса, собранного на территории Нижегородской области // Электронный научный журнал: Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view? id=16923

5 Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1979. 480 с.

6 Гринберг А.А. Введение в химию комплексных соединений. Москва-Ленинград: Химия, 1966. 632 с.

7 Бейко О.А., Головко А.К., Горбунова Л.В. и др. Химический состав нефтей Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 288 с.

8 Рейлорд Н.Н., Марк Г. Линейные и стереорегулярные полимеры. Полимеризация с контролируемым ростом цепи. М.: Изд-во иностр. лит., 1962.

9 Райхарт К. Растворители и эффекты среды в органической химии. М.: Мир, 1991. 763 с.

10 Nelson D.J., Nolan S.P. Hydroxide complexes of the late transition metals: Organometallic chemistry and catalysis // Coordination Chemistry Reviews. 2017. V. 353. P. 278–294.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алла В. Никулина к.х.н., доцент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nik_a_68@mail.ru

Татьяна А. Кучменко д.х.н., профессор, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tak1907@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 06.05.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 03.06.2019

REFERENCES

1. Oprea A., Weimar U. Gas sensors based on mass-sensitive transducers part 1: transducers and receptors – basic understanding. Analytical and bioanalytical chemistry. 2019. vol. 411. no. 9. pp. 1761–1787.

2. Nazemi H. et al. Advanced Micro-and Nano-Gas Sensor Technology: A Review. Sensors. 2019. vol. 19. no. 6. pp. 1285.

3. Kuchmenko T.A. Chemical piezosensors in the analysis of food objects. Product quality control. 2019. no. 3. pp. 25–31. (in Russian).

4. Ivashchenko M.N., Samodelkin A.G., Sitnikova N.O. Study of the phenol composition of propolis collected on the territory of the Nizhny Novgorod region. Electronic scientific journal: Modern problems of science and education. 2014. no. 6. Available at: http://www.science-education.ru/ru/article/view? id=16923 (in Russian).

5. Lurie Yu.Yu. Handbook of analytical chemistry. Moscow, Khimiya, 1979. 480 p. (in Russian).

6. Grinberg A.A. Introduction to the chemistry of complex compounds. Moscow-Leningrad, Khimiya, 1966. 632 p. (in Russian).

7. Beiko O.A., Golovko A.K., Gorbunova L.V. and others. The chemical composition of oils in Western Siberia. Novosibirsk, Nauka. Sib. otd-niye, 1988. 288 p. (in Russian).

8. Raylord N.N., Mark G. Linear and stereoregular polymers. Polymerization with controlled chain growth. Moscow, Publishing house of foreign countries. lit., 1962. (in Russian).

9. Reichart K. Solvents and effects of the environment in organic chemistry. Moscow, Mir, 1991. 763 p. (in Russian).

10. Nelson D.J., Nolan S.P. Hydroxide complexes of the late transition metals: Organometallic chemistry and catalysis. Coordination Chemistry Reviews. 2017. vol. 353. pp. 278–294.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alla V. Nikulina Cand. Sci. (Chem), associate professor, physical and analytical chemistry department , Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nik_a_68@mail.ru

Tatyana A. Kuchmenko Dr. Sci. (Chem.), professor, physical and analytical chemistry department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tak1907@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in writing the manuscript and responsible for the plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.6.2019

ACCEPTED 6.3.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 553.22, 551.2

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-273-279

Разработка физико-химических основ технологии извлечения малозольного графита из высокоуглеродистых пород Цзямусы- Ханкайской провинции

Владимир П. Молчанов [1] vpmol@mail.ru
Михаил А. Медков [2] medkov@ich.dvo.ru

[1] Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, пр-т Столетия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия
[2] Институт химии ДВО РАН, пр-т Столетия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия

Аннотация. Многие наукоемкие технологии немыслимы без использования кристаллического графита. В Россию основная часть графита ввозится из-за рубежа. Значительные ресурсы кристаллического графита сосредоточены в рудах месторождений Цзямусы-Ханкайской провинции, протягивающейся в субмеридиональном направлении сопредельных территорий юга Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая. На северном фланге этой провинции расположены объекты Дальнереченской группы (наиболее крупное из них – Филинское), в центре – месторождение Лесозаводской группы (Тамгинское, Тургеневское) Приморского края, на юге – графитоворудный гигант Люмао Машаньской группы провинции Хэйлунзян. Характерной особенностью графитовых руд этих объектов является обилие включений кварца, самородных металлов, интерметаллидов. На примере месторождений Лесозаводской группы исследованы возможности извлечений из них высокочистого графита. Установлено, что при обработке природного графитового концентрата гидродифторидом аммония имеет место взаимодействие основных элементов-примесей концентрата с NH_4HF_2 с образованием комплексных фтораммониевых солей и простых фторидов. Установлено, что в процессе фторирования с использованием 20%-ного избытка NH_4HF_2 воможно достижение полного фторирования присутствующих в графите примесей. Показано, что комплексные фтораммониевые соли и фториды щелочных металлов удаляются из профторированного концентрата выщелачиванием водой. Разработана принципиальная схема получения продуктов обогащения природного вещества с содержанием углерода до 99,5%. В результате проведенных экспериментов созданы основы для промышленного внедрения перспективной гидродифторидной технологии по очистке природного графита от примесей. Применение разработанной принципиальной схемы получения высокочистого графита открывает широкие перспективы для глубокой переработки графитовых руд месторождений Приморья.

Ключевые слова: Приморский край, высокоуглеродистые породы, малозольный графит, гидродифторидная очистка

Development of physicochemical foundations of the technology of extraction of low-ash graphite from high-carbone rocks of the Jiamusi-Hankaiskaya province

Vladimir P. Molchanov [1] vpmol@mail.ru
Michael A. Medkov [2] medkov@ich.dvo.ru

[1] Far East Geological Institute FEB RAS, 159 Prospekt 100-letiya Vladivostoka, Vladivostok, 690022, Russia
[2] Institute of Chemistry FEB RAS, 159 Prospekt 100-letiya Vladivostoka, Vladivostok, 690022, Russia

Abstract. The majority of high technologies which are indicators of the level of development of the industrial production in the advanced countries are inconceivable without graphite use. The bulk of graphite is imported into Russia from abroad. Enormous resources of crystal graphite are concentrated in ore deposits of the Jiamusi-Hankaiskaya province with submeridional strike towards the adjacent territories of the South of the Far East of Russia and the northeast of China. There are features of Dalnerechensk group (with Filinskoye being the largest of them), deposits of of Lesozavodsk group (Tamginskoye, Turgenevskoye) and graphite-ore giant of Liumao Mashan group of the Heilongjian province in the Northern, central and Southern sides of this province respectively. A characteristic feature of the graphite ores of these objects is the abundance of inclusions of quartz, native metals, intermetallic compounds. Using the deposits of the Lesozavodsk group as an example, the possibilities of extracting high-purity graphite from them were investigated. The results of the research of the conditions of the purification of the natural graphite with the usage of the processes of the hydrodifluoride technology are given. The interaction of the major impurity elements of the concentrate with NH4HF2 resulting in the formation of the complex fluorine ammonium salts and simple fluorides is established to occur during processing of the graphite concentrate with ammonium hydrodifluoride. Conducting the fluoridization with usage of 20 percents of surplus of NH4HF2 has been found to allow reaching the complete fluoridization of the impurity components which are present in the graphite. The complex fluorine ammonium salts and the fluorides of alkaline metals have appeared to be removed from fluoridated concentrate by means of the water leaching. As a result of the experiments, the foundations for the introduction of promising industrial hydrofluoride technology for the purification of natural graphite from impurities have been created. The application of the developed basic scheme for the production of high-purity graphite opens up wide prospects for the deep processing of graphite ores in the deposits of Primorye

Keywords: Primorye, high-carbon rocks, low-ash graphite, hydrodifluoride purification

Для цитирования

Молчанов В.П., Медков М.А. Разработка физико-химических основ технологии извлечения малозольного графита из высокоуглеродистых пород Цзямусы-Ханкайской провинции // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 273–279. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-273-279

For citation

Molchanov V.P., Medkov M.A. Development of physicochemical foundations of the technology of extraction of low-ash graphite from high-carbone rocks of the Jiamusi-Hankaiskaya province. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 273–279. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-273-279

Введение

Многие наукоемкие технологии, являющиеся показателями уровня развития промышленного производства передовых стран, немыслимы без использования графита. Уникальные свойства этого минерала вместе с последними открытиями в области ядерной энергетики, электроники и нанотехнологий полностью поменяли наше представление о возможностях его использования. Малозольный кристаллический графит широко применяется в различных отраслях промышленности. В металлургии графит служит добавкой для увеличения огнеупорных свойств материала. Благодаря высокой электропроводности, пластичности и механической прочности в электротехнике графит идет на получение гальванических элементов, электродов, щелочных аккумуляторов и т. п. Высококачественный графит используется в качестве замедлителя ядерных реакций в атомных котлах, применяется в реактивной технике, где идет на изготовления лопастных турбин и ракет, используется для получения коллоидного графита, окисленного и терморасширенного графита [1, 2]. В странах Европейского союза и Китае графит внесен в список критических минералов. Основные месторождения высококачественного кристаллического графита располагаются в Китае, Индии, Бразилии, Чехии, Канаде и Мексике. При этом главным производителем и экспортером графитового сырья является Китай. Немногочисленные российские предприятия, специализирующиеся на добыче графита, лишь в малой степени обеспечивают потребности нашей страны в графитовой продукции. Основная часть кристаллического графита ввозится из-за рубежа. Одним из направлений обеспечения национальной безопасности России является создание новых центров добычи и переработки графитовых руд высокого качества.

Материалы и методы

Значительные ресурсы кристаллического графита сосредоточены в рудах месторождений Цзямусы-Ханкайской провинции, протягивающейся в субмеридиональном направлении по сопредельным территориям юга Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая. На северном фланге этой провинции расположены объекты Дальнереченской группы (наиболее крупное из них – Филинское), в центре – месторождение Лесозаводской группы (Тамгинское, Тургеневское) Приморского края, на юге – графитоворудный гигант Люмао Машаньской группы провинции Хэйлунзян [3–5]. Сравнительный анализ месторождений Дальнереченской, Лесозаводской и Машаньской групп обнаруживает удивительную близость их геолого-геохимических и минералогических параметров. К числу характерных черт этих графитовых руд относится обилие включений кварца, биотита, самородных металлов, интерметалидов и т. д.

Цель работы – исследование на примере этих месторождений условий очистки природных графитов от примесей.

Условия применения диктуют различные требования к чистоте графита. Все известные методы очистки графита можно отнести к трем видам – химической очистке, термическому и газотермическому рафинированию. Термическая очистка графита является самым распространенным способом, хотя процессы рафинирования очень энергоемки, поскольку проводятся при температуре 2500–3000 °С [6]. Химическая очистка предусматривает спекание порошка графита с водным раствором щелочного агента, последующую промывку водой и разбавленной кислотой [7–8]. Газотермическое рафинирование основано на получении малозольного кристаллического графита путем химической обработки высокоуглеродистого минерального сырья гидродифторидом аммония [9]. Физико-химическая основа процесса фторирования гидродифторидом аммония заключается в способности кислородсодержащих соединений переходных и многих непереходных элементов при взаимодействии с NH_4 HF_2 образовывать очень удобные для переработки фторометаллаты аммония.

Для исследований была выбрана партия графитового концентрата, полученного путем обогащения графитоносных пород Ружинской площади флотационным методом. При этом в качестве вспенивателя использовали сосновое масло, а в качестве собирателя – длинноцепочечный амин. В условиях флотации основная масса графита (~90%) и часть примесей концентрируется в пенном продукте (таблица 1). Зольность исследуемого графитового концентрата составляла 5,83%. В качестве реагента для очистки концентрата использовали гидродифторид аммония.

Таблица 1.

Состав высушенного пенного продукта

Table 1.

The content of the dried foam product

Элемент Element	Si	Al	Fe	Ca	Mg	Na	K
Содержание, масс. % Contents, mass. %	1,438	0,601	0,409	0,185	0,088	0,602	0,249

Химическую обработку графитового концентрата гидродифторидом аммония осуществляли при массовом соотношении концентрата к фторирующему агенту 5:1 в стеклоуглеродном контейнере, который помещали в реактор с электрообогревом и двумя последовательно расположенными конденсаторами – никелевым и фторопластовым. Температуру электропечи задавали с помощью высокоточного регулятора температуры ВРТ-2. Навески концентрата составляли 20–40 г. Для равномерного распределения и плотного контакта с реагентом графитовый концентрат перемешивали с раствором гидродифторида аммония, полученном при растворении расчетного количества NH_4HF_2 в 20–30 мл H_2O. Полученную густую однородную массу медленно (~1,5 град/мин) нагревали до температуры 170–180 °С и выдерживали при этой температуре в течение 2 ч.

Процесс выщелачивания профторированного графитового концентрата проводили при комнатной температуре путем 4-кратного растворения 10 г продукта в 100 мл воды (Т : Ж = 1 : 10) в стеклянных стаканах в течение 15 мин и последующего фильтрования через фильтр.

Изменения, происходящие с веществом при нагревании и выщелачивании, контролировали по убыли массы исходной смеси, рентгенофазовому анализу продуктов, полученных при гидродифторидной обработке графитового концентрата, и атомно-абсорбционному анализу растворов выщелачивания.

Рентгенограммы образцов снимали на автоматическом дифрактометре D-8 ADVANCE с вращением образца в Cu K_α-излучении. Рентгенофазовый анализ проводили с использованием программы поиска EVA с банком порошковых данных PDF-2.

Содержание элементов в фильтратах, полученных при выщелачивании водой профторированного графитового концентрата, определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии (спектрометр Solaar 6 M) по аналитическим линиям кремния, железа, алюминия, магния, кальция, калия и натрия. Содержание элементов в графите нерастворимых остатках определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре Agilent 7500. Исследуемые образцы предварительно сплавляли с метаборатом лития.

Кинетические исследования процесса обработки графитового концентрата гидродифторидом аммония проводили на навесках концентрата 10 г в изотермических условиях в сушильной печи BINDER (Германия), оснащенной электронным регулятором с цифровым дисплеем. Реакционную смесь готовили непосредственно перед опытом. Образец устанавливали в нагретую до заданной температуры печь. Отсчет времени начинали с момента установления образца в печь. Расчет кинетических параметров процесса фторирования осуществляли по содержанию образующихся при взаимодействии растворимых фтораммониевых солей кремния, алюминия и железа.

Термогравиметрические исследования выполнены на дериватографе Q -1000 в платиновых тиглях на воздухе при скорости нагревания 2,5 град/мин и навесках 100–200 мг.

Результаты и обсуждение

Технологические эксперименты показали, что при смешивании графитового концентрата с гидродифторидом аммония и выдержке при комнатной температуре уже на следующий день на рентгенограмме шихты появляются рефлексы $(NH_4)_2SiF_6$ и $(NH_4)_3FeF_6$, а через 7 дней – рефлексы $(NH_4)_3AlF_6$. По массе растворимых солей, образовавшихся при фторировании компонентов-примесей графитового концентрата, было установлено, что за 20 дней взаимодействия при комнатной температуре степень протекания процесса достигает 68%. Для нахождения режимов очистки графита были исследованы условия взаимодействия содержащихся в графитовом концентрате компонентов-примесей с гидродифторидом аммония. Для определения характерных температур взаимодействия компонентов-примесей исследуемого концентрата с гидродифторидом аммония было проведено термогравиметрическое исследование, которое показало, что реакция фторирования примесей графитового концентрата гидродифторидом аммония начинается при ~700 °С. Регистрирование на термограмме более высокой температуры начала взаимодействия связано с тем, что первые порции выделяющегося при фторировании аммиака поглощаются гидродифторидом аммония с образованием NH_4F, на что указывает эндотермический эффект при 111 °С, связанный с плавлением образующейся в небольшом количестве эвтектики NH_4HF_2-NH_4F ($t_{пл.}$ эвтектики = 109 °С [10]), и таким образом процесс протекает без убыли массы. Выше 126 °С на этот процесс накладывается эндотермический эффект плавления фторирующего реагента, и далее реакция протекает в расплаве с максимальной скоростью при 172 °С и завершается при 195 °С (рисунок 1). Продукт, выделенный при температуре 195 °С, представляет собой графит с примесью преимущественно комплексных фтораммониевых солей железа, алюминия, кремния, а также простых фторидов кальция и натрия.

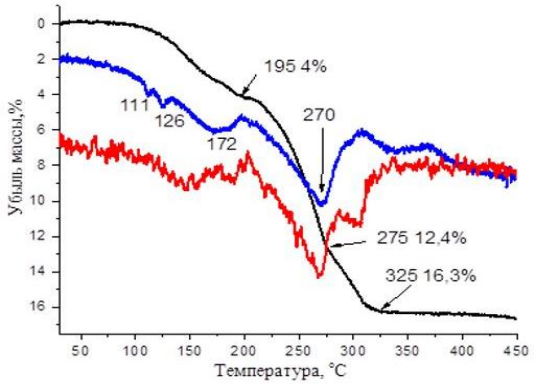


Рисунок 1. Термограмма взаимодействия графитового концентрата с NH_4 HF_2

Figure 1. The thermogram of interaction of a graphite concentrate with NH_4 HF_2

Таким образом, при химической обработке графитового концентрата гидродифторидом аммония протекает взаимодействие элементов-примесей концентрата с NH_4HF_2 с образованием комплексных или простых фторидов, и исходя из химического состава концентрата при его обработке гидродифторидом аммония возможно протекание следующих основных реакций:

$$SiO_2 + 3NH_4HF_2 = (NH_4)_2SiF_6 + NH_3\uparrow + 2H_2O \quad (1)$$

$$Al_2O_3 + 6NH_4HF_2 = 2(NH_4)_3AlF_6 + 3H_2O; \quad (2)$$

$$Fe_2O_3 + 6NH_4HF_2 = 2(NH_4)_3FeF_6 + 3H_2O; \quad (3)$$

$$CaO + NH_4HF_2 = CaF_2 + NH_3\uparrow + H_2O; \quad (4)$$

$$Na_2O + NH_4HF_2 = 2NaF + NH_3\uparrow + H_2O. \quad (5)$$

Из приведенных уравнений видно, что судить о степени взаимодействия примесей графитового концентрата с гидродифторидом аммония можно или по количеству выделившегося аммиака, или по содержанию образующихся солей. Следует отметить, что образующиеся при фторировании графитового концентрата комплексные фтораммониевые соли и простые фториды щелочных металлов хорошо растворимы в воде, и их легко можно отделить при водном выщелачивании профторированного концентрата, в то время как фторид кальция является нерастворимым в воде соединением. Кроме того, путем суммирования приведенных уравнений (1)–(5) рассчитывали стехиометрическое количество фторирующего реагента, необходимое для фторирования основных компонентов-примесей исследуемого концентрата.

Исследование показало, что при температурах ниже 100 °С значительная часть выделяющегося в процессе реакции аммиака растворяется в воде, присутствующей в реакционной смеси (при комнатной температуре в 1 объеме H_2O растворяется 700 объемов NH_3), что не позволяет достоверно судить о степени прохождения реакции. Поэтому кинетические исследования процесса фторирования графитового концентрата гидродифторидом аммония проводили по содержанию образующихся при взаимодействии растворимых солей. Для этого в печь ставили сразу 6 образцов, которые через 15, 30, 45, 60 мин и 1,5 и 2,0 ч вынимали, и полученный продукт выщелачивали путем 4-кратного растворения в 100 мл воды в течение 15 минут и последующего фильтрования через фильтр. Полученные фильтраты объединяли и атомно-абсорбционным методом определяли в них содержание основных компонентов Si, Al и Fe. Степень протекания реакции фторирования оценивали из сравнения содержания указанных элементов в фильтратах с расчетными данными, полученными из уравнений реакций (1)–(3), с учетом содержания приведенных сопутствующих компонентов-примесей в графите.

Расчеты показали, что общую скорость процесса гидродифторидной обработки графитового концентрата определяет скорость превращения Al_2O_3, поэтому кинетические параметры вычисляли на основании зависимости степени образования фтораммониевой соли алюминия от времени (рисунок 2).

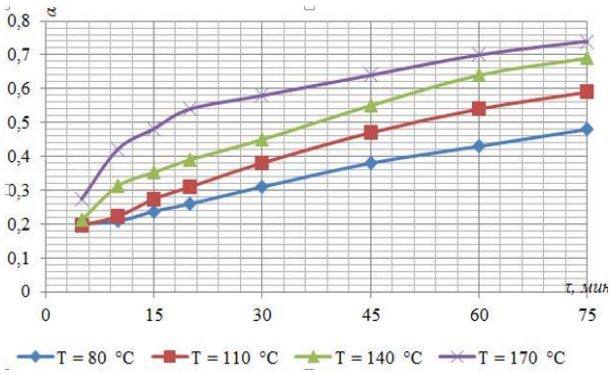


Рисунок 2. Зависимость степени фторирования примеси Al_2O_3 от времени при различных температурах

Figure 2. The dependence of the degree of the fluoration of Al_2O_3 impurity on time at various temperatures

Математическая обработка экспериментальных данных проводилась по известным топохимическим моделям: Аврами-Ерофеева, сокращающейся сферы, Гинстлинга-Броунштейна, Тамана, степенного и экспоненциального законов. Расчеты показали, что в первые 20 мин взаимодействие протекает по модели сокращающейся сферы, что свидетельствует о мгновенном зародышеобразовании, а после описывается диффузионной моделью Гинстлинга-Броунштейна.

На основании полученных данных были выполнены расчеты энергии активации и констант скоростей реакций гидродифторидной обработки графитового концентрата. Основные кинетические параметры определяли из уравнения Аррениуса. Для этого строили функциональные зависимости f(1 / T) = ln(k), где T(K) – температура процесса, k – коэффициент топохимической реакции, который определяли по угловому коэффициенту соответствующей прямой. Определение энергии активации показало, что модели Тамана и геометрическая не описывают процесс фторирования примесей графитового концентрата гидродифторидом аммония, так как точки функции f(1 / T) = LN(k) не ложатся на прямую. Процесс гидродифторидной обработки графитового концентрата, протекающий в диффузионной области, удовлетворительно описывается моделью Ерофеева (рисунок 3).

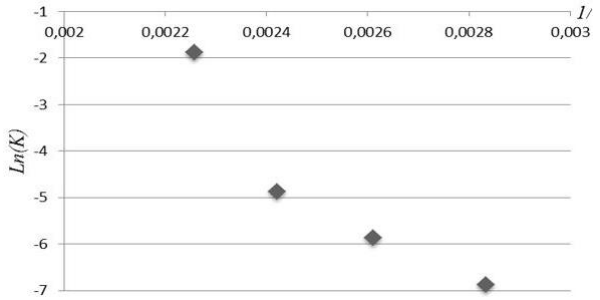


Рисунок 3. Определение энергии активации по модели Ерофеева

Figure 3. The definition of the energy of activation according to the Erofeyev's model

Видно, что полученные точки лежат на прямой, что позволяет рассчитать значение энергии активации процесса как произведение универсальной газовой постоянной на тангенс угла наклона кривой f(1 / T) = ln(k). В таблице 2 приведены рассчитанные значения констант скоростей реакции взаимодействия при различных температурах и энергии активации процесса гидродифторидной обработки графитового концентрата. Данные таблицы 2 показывают, что скорость фторирования элементов-примесей концентрата зависит от температуры проведения процесса, при этом в расплаве фторирующего реагента ($t_{пл.}$ NH_4HF_2 = 126,2 °C [10]) скорость взаимодействия резко увеличивается. Небольшое значение энергии активации указывает на возможность проведения химической очистки графитового концентрата путем обработки гидродифторидом аммония при невысоких температурах.

Таблица 2.
Основные кинетические параметры процесса фторирования компонентов-примесей графитового концентрата

Table 2.
The main kinetic parameters of the process of fluorination of components-impurities of graphite concentrate

Температура, °C Temperature, °C	Константа скорости, k, мин^{1} Speed constant k, min^{1}	Энергия активации, $E_{акт}$, кДж/моль Activation energy, Eact, kJ/mol
80	0,001	37,350
110	0,003	
140	0,008	
170	0,152	

Из полученных материалов следует (рисунок 2), что при стехиометрическом соотношении концентрата к фторирующему реагенту не удается достичь полного взаимодействия элементов-примесей с NH_4HF_2. Свидетельством этому может послужить появление небольшого налета фторирующего реагента на крышке реакционного тигля в результате частичной возгонки (~10–15%) NH_4HF_2. Проведение процесса фторирования с использованием 20%-ного избытка NH_4HF_2 показало, что эти условия позволяют достичь полного фторирования присутствующих в графите компонентов-примесей. Так, в этих условиях проведение процесса при 170 °C степень фторирования достигает за 1 ч 97,5%, а за 1,5 ч – 99,98%.

Как отмечено выше, полученные при обработке графитового концентрата гидродифторидом аммония фтораммониевые соли кремния, алюминия и железа, как и фториды щелочных металлов, хорошо растворимы в воде и при водном выщелачивании могут быть удалены из профторированного продукта. Кроме того, при водном выщелачивании профторированного концентрата наблюдается частичный переход в раствор магния и кальция, обусловленный незначительной растворимостью их фторидов. В таблице 3 приведены результаты атомно-абсорбционного определения содержания элементов-примесей, перешедших в раствор при водном выщелачивании 10 г обработанного NH_4HF_2 графитового концентрата. Фильтраты, полученные при 4-кратном растворении 10 г продукта в 100 мл воды, объединяли, и в объединенном растворе определяли содержание элементов. Расчет исходного содержания элементов-примесей в профторированном концентрате выполнен с учетом того, что при фторировании 40 г графитового концентрата получается 45 г профторированного продукта.

Таблица 3.

Содержание элементов-примесей в графите на различных стадиях очистки

Table 3.

The content of impurity elements in graphite at various stages of purification

Элемент | Element	Si	Al	Fe	Ca	Mg	Na	K
Содержание в 10 г профторированного графита, мг Content in 10 g of fluorinated graphite, mg	127,81	53,44	36,33	16,46	7,79	53,44	22,14
Содержание в промывных водах, мг The content in the wash water, mg	127,0	47,3	35,8	1,8	3,9	46,8	22,0

Из таблицы 3 следует, что при водном выщелачивании профторированного графитового концентрата в раствор переходят практически полностью примеси кремния и железа, до 90% алюминия, половина магния и незначительная часть кальция. Чистота очищенного таким способом графита составляет 99,54–99,60%.

Заключение

Суммируя полученные данные, отметим, что при водном выщелачивании профторированного графитового концентрата в раствор переходят практически полностью примеси кремния и железа, до 90% алюминия, половина магния и незначительная часть кальция. Чистота очищенного таким способом графита составила 99,54–99,60%. Таким образом, в результате проведенных экспериментов созданы основы для промышленного внедрения перспективной гидродифторидной технологии по очистке природного графита от примесей. Применение разработанной принципиальной схемы получения высокочистого графита открывает широкие перспективы для глубокой переработки графитовых руд месторождений Цзямусы-Ханкайской провинции.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17–05–00910.

ЛИТЕРАТУРА

1 Мармер Э.Н. Углеграфитовые материалы. Москва: Металлургия, 1973. 136 с.

2 Фиалков А.С. Углерод, межслоевые соединения и композиты на его основе. Москва: Аспект-Пресс, 1997. 718 с.

3 Ханчук А.И., Молчанов В.П., Андросов Д В. Первые данные о проявлениях благороднометально-редкоземельной минерализации в графитоносных породах северной окраины Ханкайского террейна // Доклады Академии наук. 2018. Т. 482. № 6. С. 705–707. doi: 10.31857/ S0 9956520002955–3

4 Ханчук А.И., Плюснина Л.П., Руслан А В. и др. Природа графитизации и благороднометальной минерализации северной части Ханкайского террейна, Приморье // Доклады Академии наук. 2013. Т. 55. № 4. С. 261–281. doi: 10.7868/ S0016777013040047

5 Khanchuk A.I., Plusnina L.P., Berdnikov N.V. Noble metal and graphite formation in metamorphic rocks of the Khanka terrane, Far East Russia // Journal of Asian Earth Sciences. 2015. V. 99. P. 30–40. doi: 10.1016/j.jseaes.2014.12.001

6 Пат. № 2427531, RU, C01B 31/04. Способ получения графита высокой чистоты / Годунов И.А., Сорокина Н.Е., Селезнев А.Н., Ионов С.Г., Авдеев В.В. № 2010104532/05; Заявл. 10.02.2010; Опубл. 27.08.2011, Бюл. № 24.

7 Lu X.J., Forssberg E. Preparation of high-purity and low-sulphur graphite from Woxna fine graphite concentrate by alkali roasting // Minerals Engineering. 2002. V. 15. P. 755–757.

8 Li Yu-feng, Zhu Shi-fu, An Yun. Selectivity heating effect of Microwave on purifying of natural graphite // Applied Mechanics and Materials. 2012. V. 174–177. P. 810–815.

9 Пат. № 2602124, RU, C01B 31/04. Способ очистки зольного графита / Эпов Д.Г., Крысенко Г.Ф., Медков М.А., Молчанов В.П., Ханчук А.И. № 2015135112/05; Заявл. 19.08.2015; Опубл. 10.11.2016, Бюл. № 31.

10 Раков Э.Г. Фториды аммония: Итоги науки и техники. Неорганическая химия. Том 15. Москва: ВИНИТИ, 1988. 154 с.

REFERENCES

1 Marmer E.N. Carbon and graphite materials. Moscow, Metallurgiya, 1973. 136 p. (in Russian).

2 Fialkov A.S. Carbon, carbon-based intersalt compounds and composites. Moscow, Aspekt-Press, 1997. 718 p. (in Russian).

3 Khanchuk A.I., Molchanova V.P., Androsov D.V. First data on noble metal-rare earth mineralization in graphite-bearihg rocks of the northern margin of Khanka terrain. Reports of the Academy of Sciences. 2018. vol. 482. no. 6. pp. 705–707. doi: 10.31857/ S09956520002955–3 (in Russian).

4 Khanchuk A.I., Plusnina L.P., Ruslan A.V. et al. The nature of graphitization and noble metal mineralization of the northern part of the Khankaisk terrane, Primorye. Reports of the Academy of Sciences. 2013. vol. 55. no. 4. pp. 261–281. doi: 10.7868/S0016777013040047 (in Russian).

5 Khanchuk A.I., Plusnina L.P., Berdnikov N.V. Noble metal and graphite formation in metamorphic rocks of the Khanka terrane, Far East Russia. Journal of Asian Earth Sciences. 2015. vol. 99. pp. 30–40. doi: 10.1016/j.jseaes.2014.12.001

6 Godunov I.A., Sorokina N.E., Seleznev A.N., Ionov S.G., Avdeev V.V. Method of producing highly pure graphite. Patent RF, no. 2427531, 2011.

7 Lu X.J., Forssberg E. Preparation of high-purity and low-sulphur graphite from Woxna fine graphite concentrate by alkali roasting. Minerals Engineering. 2002. vol. 15. pp. 755–757.

8 Li Yu-feng, Zhu Shi-fu, An Yun. Selectivity heating effect of Microwave on purifying of natural graphite. Applied Mechanics and Materials. 2012. vol. 174–177. pp. 810–815.

9 Epov D.G., Krysenko G.F., Medkov M.A., Khanchuk A.I., Molchanov V.P. Method for purifying ash graphite. Patent RF, no. 2602124, 2016.

10 Rakov E.G. Ammonium fluorides: Results of science and technology. Inorganic chemistry. Vol. 15. Moscow, VINITI, 1988. 154 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир П. Молчанов к.г.-м.н, лаборатория нелинейной металлогении, Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения РАН, пр-т 100-летия Владивостоку, 159, г. Владивосток, 690022, Россия, vpmol@mail.ru

Михаил А. Медков д.х.н., профессор, лаборатория переработки минерального сырья, Институт химии Дальневосточного отделения РАН, пр-т 100-летия Владивостоку, 159, г. Владивосток, 690022, Россия, medkov@ich.dvo.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Владимир П. Молчанов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Михаил А. Медков предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 18.03.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vladimir P. Molchanov Cand. Sci. (Geol.- Min.), laboratory of non-linear metallogeny, Far East Geological Institute of the far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 159, Prospekt 100- letiya Vladivostoka, Vladivostok, 690022, Russia, vpmol@mail.ru

Michael A. Medkov Dr. Sci. (Chem.), professor, laboratory of mineral processing, Institute of Chemistry of the far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences , 159, Prospekt 100- letiya Vladivostoka, Vladivostok, 690022, Russia, medkov@ich.dvo.ru

CONTRIBUTION

Vladimir P. Molchanov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Michael A. Medkov proposed a scheme of the experiment and organized production trials

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.18.2019

ACCEPTED 5.18.2019

Экономика и управление

Economics and Management

Краткое сообщение/Short message

УДК 339

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-280-284

Научные исследования по совершенствованию коммерческих банков и применению инноваций

Айвазлы Айхан Низами [1] ayvazli45@gmail.com

[1] Национальная Академия Наук Азербайджана Институт востоковедения имени академика Зии Буниятова, пр. Г. Джавида, 115, г. Баку, AZ1073, Азербайджанская Республика

Аннотация. Глобальные изменения, происходящие в мире, привели к значительным инновационным изменениям в финансовых учреждениях, одном из основных механизмов информационной экономики, и оказали значительное влияние на быстрое развитие банковского сектора и специализацию современных требований. Надлежащее регулирование рыночных отношений всегда было частным и государственным сектором. Сегодня исследуются процессы глобализации и проблемы, возникающие в результате деятельности, осуществляемой в банковском секторе. Устранение проблем в банковском секторе и дальнейшее развитие и совершенствование сектора услуг всегда будут оставаться актуальными. Чтобы применить новые банковские продукты, необходимо подготовить стратегию и политику, основанные на информации и материалах маркетингового обслуживания банка. Стратегия и политика банка должны быть сформулированы конкретно в плане подготовки, поставки и продажи банковских продуктов. Каждый банк должен принять решение о модификации банковского продукта на основе маркетинговых исследований и разработать долгосрочный бизнес-план по внедрению новых банковских услуг. Высокий уровень динамики производственных отношений, особое внимание к формированию товарно-рыночных отношений обусловливают необходимость разработки четкой тактики и стратегии современной денежно-кредитной политики и управления банковским бизнесом. Современный анализ и мониторинг показывает, что институциональные экономические проблемы, возникающие в результате денежно-кредитной политики, могут быть решены посредством уровня кредитных инвестиций, концентрации банковского капитала, средней процентной ставки по кредитам и депозитам, возможности привлечения ресурсов и многих других факторов. В контексте новых экономических отношений в разработке сценария поведения банков следует использовать моделирование, математические, статистические методы и мнение экспертов.

Ключевые слова: банковский сектор, коммерческие банки, экономические реформы, экономическое развитие, промышленное предприятие, стратегия, промышленность, банк, убытки, информация

Scientific research on the improvement of commercial banks and application of innovations

Ayvazli Ayxan Nizami [1] ayvazli45@gmail.com

[1] Institute of Oriental Studies named after Academican Ziya Bunyadov, H. Javid av., 115, Baku,, AZ1073, Azerbaijan Republic

Abstract. It should be borne in mind that the global changes taking place in the world have led to significant innovation changes in financial institutions, one of the main mechanisms in the information economy, and have had a significant impact on the rapid development of the banking sector and the specialization of modern requirements. Proper regulation of market relations has always been a private and public sector. In particular, the study of the globalization processes and the problems that arise as a result of the activities carried out in the banking sector are on the agenda. The elimination of problems in the banking sector and further development and improvement of the service sector will always remain relevant. The new requirements for economic conditions to adapt to the requirements of the modern era come in parallel, respectively. To apply new banking products, strategy and policy based on the bank's marketing service information and materials should be prepared. Bank's strategy and policy should be formulated specifically in the plan for preparation, supply and sale of banking products. Each bank should make decisions on modification of the banking product based on marketing research and develop a long-term business plan for the introduction of new banking services. High level of production relations dynamics, special attention to the formation of commodity-market relations, necessitates the development of a clear tactic and strategy for modern monetary and credit policy and banking business management. Modern analysis and monitoring indicate that the institutional economic problems arising from monetary policy can be resolved either through the level of credit investments, concentration of bank capital, the average interest rate on loans and deposits, the ability to attract resources or many other factors. In the context of new economic relations, modeling based on mathematical statistical methods, and expert opinions should be used in the development of the scenario of banks behavior.

Keywords: bank sector, commercial banks, economic reforms, economical development, industrial enterprise, strategy, industry, bank, damages, information

Introduction

Considering the regulation of market relations on classical theory, it is the aggregate offer generated by the market economy's aggregate demand, which, according to personalities such as Adam Smith, Francois Chen, a prominent figure in the classical economic theory shaping ideas in this field. Formation of Banks in the Historical Period contains many factors in the background of the financial institution, the change in aggregate demand leads to the volume of production and the employment of the population towards the further

Для цитирования

Айвазлы А.Н. Научные исследования по совершенствованию коммерческих банков и применению инноваций // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 280–284. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-280-284

For citation

Ayvazli A.N. Scientific research on the improvement of commercial banks and application of innovations. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 280–284. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-280-284

development and upgrading of the sector. The institutionalists who believe that the complexity of all the conditions and factors (social, psychological, legal, political) that have been shaped and influenced in this field are considered to be important, that the state regulation of governance has a greater advantage over market mechanisms. To address these issues, they stated the solution of social problems. They preferred the processes in the field of employment provision over the level of wage distribution. They were often regarded as the result of structural imbalances in the problems of unemployment. D. Kelbreit's distribution of resources indicated that market relations were not universal and ideal. K. Murdal, one of the main creators of the institutional theory and Nobel Prize winner, was very attentive to this aspect of the planning idea. The planning area has also been rated as a decisive factor in developing countries as well as in developing countries. The earnings and achievements of these countries, especially the economies of Asian countries, are assessed as the result of successful state planning. K. Murdoch thought that even though most people would improve their standard of living, this unplanned growth should not be regarded as progress. K. Murdoch considers that the development should result in increase in overall living and living standards to meet the basic needs of all members of society. K. Murdoch was awarded with Nobel Prize in 1974 for his book "Analyzing the relationships between economic, social and institutional relationships". Research and international experience directly show that the economy that is based on its hopes and the "invisible hands" principle is inflated, although it is a regular one. This still fading economy cannot stand out individually from this situation, according to C. Kane's theory. C. Kane thinks that there is no internal mechanism regulated by the general market in order to fully comply with aggregate demand and aggregate supply. The economy can only be removed from the state by the state. Decrease in consumer spending causes a decrease in investment interests of private companies, firms and banks. C. Kane counted that, in the absence of this incentive, the aggregate demand should be compensated and the economic equilibrium in employment would only be possible by increasing government spending. The aggregate demand theory states that investments are more volatile in nature, and the state must allocate a significant amount of money for its own costs and should play a major role in this aspect. The first bank activity has been between money-changing merchants who offer people to keep their money in deposit. Subsequently, this area improved, causing usury. By paying a certain fee, they used the temple and the monks' money. These money was offered to merchants then. In the middle Ages there were such organizations in many Italian cities, and later in the Netherlands and German trade centers. The Bank has an Italian origin meaning "Banco", meaning a table or desk. Looking at classic banking, this area has originated from the XVII century, mainly for the first time in Europe in the UK. The goal was to finance the commercial-industrial bourgeoisie and to engage in basic activities such as lending to meet money needs. The improvement of the credit system has subsequently been integrated into Western Europe and the development of capitalism has made this area even more attractive. During this period, the banking system has become the center of money investing in the form of entrepreneurship, the banks have grown in number and their services have expanded. From that point on, banks began issuing banknotes (which were called bank notes) in form of credits. At the end of the XVII century, parallel to the emergence of banks, stock companies began to emerge as a bank. From the beginning of the 19th century, banks began to have a leading influence on the country's economy and have a special position in the monetary sphere. Commercial banks began to develop in the XIX century. The banks mainly dealt with the transactions that occurred during trading and commodity exchanges and their payments. The main clients of commercial banks were merchants.

Discussion

Now let's provide a detailed explanation of the functionality of the credit system: Formation and evolution of banks as economic entities parallel to the development of money functions. Historically, banks' cash management activities were primarily reflected in the provision of money-sharing services and the provision of a second-tier service. The development and deepening of the exchange functions of banks encourage the creation of new types of activities. So, valuation services are offered and this is the basis for future deposit transactions. In general, the formation of this type of activity was historically and economically natural. Because savings, jewelers, and other economic entities, along with maintaining their valuables, also earned the opportunity to provide such services to others. Undoubtedly, deposit services in the initial stages were rather primitive. This was primarily explained by the fact that the depositors were paid for services. Because the main purpose of the person who trusted his bank was to keep his money. The increased interest of the Bank's customers to deposit services was explained by the fact that the composition of the metal money in circulation was unmatched.

Money is an integral theoretical that keeps an active position on the economy and regulates

the economy as a means of credit. If we examine monetarism in essence, we will find an alternative to Keynesianism. Monetarists believe that the current guarantee of employment and economic stability was seen in the method of money and credit. Here currency market regulating currency relations, as a single system with self-regulatory functions corresponding to the existing system, has been the most restrictive of the state's role and the general propaganda of this idea. Nobel laureate American economist Milton Friedman, who has been considered by monetarists as the leader believes that the risks of continued growth of the free currency should be properly evaluated.

The Bank's activities distinguish three types of assets transformation: quantity, quality and time. The essence of the quantitative transformation is that the volume characteristics of the services rendered by banks should be consistent with the requirements of the customers. The classic example of this is the relatively small deposits put by individual depositors into large sums for lending serious investment projects. Quality transformation is, above all, a reduction in asset risk characteristics. While emitting or placing their specific commitments, the bank will provide more substantial reliability compared to the funds invested directly in any investment project. This is primarily explained by the ability to diversify the asset portfolio through the concentration of monetary resources. Secondly, banks are able to control the actions of borrowers at the expense of having access to information resources. As an example of time transformation of assets, it is possible for banks to accept deposits from depositors on the one hand and, on the other hand, to extend loans to borrowers for longer periods.

The problem of time transformation is closely related to the low liquidity of long-term assets and the risk that there will be no deposit payments. This risk can be partially reduced by short-term inter-bank loans.

Risk management is one of the key aspects of each bank's operations. Different approaches exist to risk classification. From the point of economic approach, risks are divided into microeconomic and macroeconomic risks. Microeconomic risks are those risks that are eliminated or restricted by the application of diversification strategies. Otherwise risks are related to macroeconomic risks. According to another classification, there is a risk of bank liquidity, credit risk, and interest rate risk and off-balance sheet transactions. Undoubtedly, risks of different nature are still covered by the banks since their establishment. The special stage in the evolution of banking business coincides with the mid-nineteenth century. Just in this period a number of European countries (especially France and Belgium) were transitioning from the risk of non-acceptance of risks to active crediting of industrial and commercial enterprises.

One of the fundamental operational challenges of any firm is their liquidity risk. The ultimate risk of this risk is characterized by the fact that the economic entity's liabilities exceed its assets and are called a lack of ability to pay. One of the traditional measures in managing liquidity risk is the formation of reserves. (Current liquidity ratio is set at 30 % according to prudential norms of the Central Bank of Azerbaijan) Banks are exposed to credit risk regularly in their operations.

By selling or buying operative assets, the bank insures its risks either at its discretion or by attaching additional risks to it. In recent years, risk management technology and methods have become one of the major tasks in banking.

Worldwide economic development is not just economic and scientific-technical progress, but the lifestyle and living standards of people. The main important role for economic growth is in the domestic and foreign policy of the state. Economic growth can be activated if separately carried out in a timely manner in line with the requirements of each organization and society in general. Banking sectors have been exposed to economic crises on global processes globally, which have resulted in many severe strokes. As a result, these impacts trace globally on many areas of the economy.

It is necessary to create a long-term resource base for the real sector of the economy for more active cooperation of commercial banks, price of obligation of commercial Banks formed to protect deposits (of residents and non-residents).

Banks and financial intermediaries attract deposits from the population, raising interest rates helps for effectively change the growth of income of residents and non-residents.

Despite the rapid growth of banks in recent years, they still need innovative achievements in our country.

In the field of modern science, the essence of banking product concepts and banking services is also discussed. For example, we can discuss the opinion of the Kazakh scientist and researcher A. Shamiembekovna. According to her, there are deposits, currency exchange, as well as the operations of loans, deposits, currency exchange and other transactions among the services provided by the banks between a bank and a client or loans from other banks. Bank product is a specific banking transaction that is issued by banks for customers. These are checks, bills of exchange, deposits, bank certificates, bank cards, etc. that are linked.

There are similarities between banking services and banking products. The goal is to make a profit to satisfy the needs of bank customers. For example, deposits are product of a bank, and permanent payment of its interest is already a banking service. Both situations serve the needs of customers and generate income. Opening an account in a bank is considered a product, but conducting operations on accounts is already a banking service. Both products and services are intended to be earned by banks in the form of commissions. The service and product was created with the aim to bring the bank revenue. It should be noted that in many cases the banking product was the first, and the banking service was of a secondary nature. Given the above, it can be said that banking services are considered a risky area of activity.

I think that if we compare "banking products" & "banking services" we will get a broader understanding.

An audit committee is established to assist banks in carrying out audit and supervision activities. The inspection committee should consist of at least two members. Members of the Audit Committee are selected from members of the Board of Directors who do not have an executive role.

In Banks everyone have jobs. Employees perform activities related to their duties. Since banking supervision is also a very important issue, it is important for some individuals to be interested in this subject. This position was assigned to the Audit Committee consisting of board members (administrators). The Audit Committee is responsible for the management and is responsible for all its activities on behalf of the Board of Directors. Risks can be caused by a number of factors, such as staff shortages, misunderstandings or mistakes made by employees, or inappropriate management of management decisions

One of the most important tasks of the company's governing body is to prevent the company from making mistakes and violations. A system is being set up and inspections are made to prevent errors and errors in companies and correct errors.

A system is created and checks are conducted to prevent mistakes in companies and correct errors. The built-in system is called the internal control system.

Worldwide economic development is not just economic and scientific-technical progress, but the lifestyle and living standards of people. The main impact of economic growth is the domestic and foreign policy of the state.

Economic growth can be activated if it is carried out individually in a timely manner in accordance with the requirements of each organization and society as a whole. The banking sector underwent global economic crises on a global scale, which led to the emergence of many serious stages of these impacts and had an impact on the global scale in many areas of the economy.

Improvement of the banking sector in our country is one of the most rapidly changing areas of the reforms in the national economy.

Commercial banks have expanded their service areas in accordance with specific requirements and have been reworked to a competitive advantage in the market of modern banking products. Reforms carried out by the state are primarily intended for the development of the private sector, in the field of free entrepreneurial activity.

İncreasing incomes and living standards of the population has increased the level of service and level of activity of commercial banks.

In practice, the use of improved practices in developed countries provides the basis for practical and prudential reforms in this area compared to transnational banks.

The international experience has made a great contribution to the formation of modern banking in our country. We must admit that improving the banking services in the economic sector is one of the most important factors affecting the level of development of the state's economic potential. Bank Services and products offerings to customers are governed by instructions in accordance with domestic law. The organization of the Bank's activity is formed according to corporate standards.

Conclusion

The analysis shows that the development of commercial banks is the fundamental foundation of financial markets that are crucial for the country's financial reform.

The main goal of the states are full coordination of the legislative framework of the banking systems with international standards and increasing the role of banking services in the economy. The state's economic security policy is aimed at strengthening the protection of depositors and creditors of commercial banks and ensuring the stable and safe functioning of the banking system as a whole. From this point of view, the Law on Banks fully defines the activities of banks. The basis for establishing the principles of business organization, internal management norms, prudential regulation and liquidation of activities has been established in banks.

ЛИТЕРАТУРА

1 Андрианова Л. Понятие и содержание кредитной политики коммерческого банка // Предпринимательство. 2008. № 6. С. 146–150.

2 ABD Mortgage Krizi. Çalışma Tebliği. 2008. 118 p.

3 Matthieu B., Koeniger W., Fratzscher M. Currency mismatch, uncertainty and debt structure. 2004. 43 p.

4 Kibritçioğlu, A. Monitoring Banking Sector Fragility // The Arab Bank Review. 2003. V. 5. № 2. P. 51–66.

5 Kaminsky G.L., Reinhart C.M. The twin crises: The causes of banking and balance of payments problems // The American Economic Review. 1999. V. 89. № 3. P. 473–500.

6 Financial Stability Report 2007. Zurich: Swiss National Bank. URL: https://www.snb.ch/n/mmr/reference/stabrep_2007/source/stabrep_2007.n.pdf

7 Financial Stability Report 2007. URL: https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/EN/TCMB+EN/Main+Menu/Publications/Reports/Financial+Stability+Report

8 Mıshkın F.S. The Economics of Money, Banking, and Financial Markets. A. Wesley, 2002.

9 Steiner S.S. Money and Banking. New York: Henry Holt and Co.

10 Timberlake R.H. Banking and Central Banking. NewYork: Harper Row Publishers, 1965.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Айвазлы Айхан Низами к.э.н., отдел востока и запада, стран Центральной Азии, Национальная Академия Наук Азербайджана Институт востоковедения имени академика Зии Буниятова, пр. Г. Джавида, 115, г. Баку, AZ1073, Азербайджанская Республика, ayvazli45@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Айвазлы Айхан Низами написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 11.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.05.2019

REFERENCES

1 Andrianova L. The concept and content of the credit policy of a commercial bank. Entrepreneurship. 2008. no. 6. pp. 146–150. (in Russian).

2 ABD Mortgage Krizi. Çalışma Tebliği. 2008. 118 p. (in Turkish)

3 Matthieu B., Koeniger W., Fratzscher M. Currency mismatch, uncertainty and debt structure. 2004. 43 p.

4 Kibritçioğlu, A. Monitoring Banking Sector Fragility. The Arab Bank Review. 2003. vol. 5. no. 2. pp. 51–66.

5 Kaminsky G.L., Reinhart C.M. The twin crises: The causes of banking and balance of payments problems. The American Economic Review. 1999. vol. 89. no. 3. pp. 473–500.

6 Financial Stability Report 2007. Zurich: Swiss National Bank. Available at: https://www.snb.ch/n/mmr/reference/stabrep_2007/source/stabrep_2007.n.pdf

7 Financial Stability Report 2007. Available at: https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/EN/TCMB+EN/Main+Menu/Publications/Reports/Financial+Stability+Report

8 Mıshkın F.S. The Economics of Money, Banking, and Financial Markets. A. Wesley, 2002.

9 Steiner S.S. Money and Banking. New York, Henry Holt and Co.

10 Timberlake R.H. Banking and Central Banking. NewYork, Harper Row Publishers, 1965.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ayvazli Ayxan Nizami Cand. Sci. (Econ.), department of East and West, Central Asia, Institute of Oriental Studies named after Academican Ziya Bunyadov, H. Javid av., 115, Baku,, AZ1073, Azerbaijan Republic, ayvazli45@gmail.com

CONTRIBUTION

Ayvazli Ayxan Nizami wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declares no conflict of interest.

RECEIVED 4.11.2019

ACCEPTED 5.15.2019

Краткое сообщение/Short message

УДК 330.322

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-285-289

Оценка инвестиционной привлекательности Воронежской области

Ирина И. Галимова [1] cfgabhff@inbox.ru
Ольга М. Пасынкова [1] pasol-30@mail.ru
Любовь Н. Чайковская [1] lubovdmitr@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Экономическая безопасность государства, ее субъекта, а также отдельно взятой организации во многом определяется на основе оценки отдельных составляющих экономической безопасности. Ими являются финансовая, интеллектуальная и кадровая, технико-технологическая, политико-правовая, экологическая, информационная, силовая составляющие. Особое место среди элементов экономической безопасности региона принадлежит инвестиционному фактору, на величину которого оказывают влияние множество показателей из различных сфер деятельности. Уровень влияния факторов на инвестиционный потенциал Воронежской области рассмотрен в представленной работе. В статье отражены возможные методы оценки инвестиционной привлекательности, среди которых выделены рейтинговый метод и метод оценки отдельных статистических показателей. Рассмотрены достоинства и недостатки каждого из них. При проведении исследования авторы использовали анализ статистических показателей, позволяющих оценить, как инвестиционный потенциал области, так и инвестиционные риски, неизбежно возникающие при реализации проектов. В результате были проанализированы производственный, трудовой, потребительский, инфраструктурный, финансовый, институциональный, инновационный и ресурсно-сырьевой потенциалы Воронежской области, а также экономический, социальный, криминальный и экологический риски. По всем изученным показателям рассчитаны темпы прироста, указывающие на увеличение или снижение инвестиционной привлекательности области в динамике. По итогам проделанной работы отмечено, что, несмотря на нестабильность в изменении некоторых исследованных факторов, Воронежская область занимает достойное место в Центральном федеральном округе (ЦФО) по уровню инвестиционной привлекательности и является лидером по размеру финансовых вложений в экономику.

Ключевые слова: экономическая безопасность, инвестиционная привлекательность, оценка инвестиционной привлекательности

Assessment of investment attractiveness of Voronezh region

Irina I. Galimova [1] cfgabhff@inbox.ru
Olga M. Pasynkova [1] pasol-30@mail.ru
Lubov N. Chaikovskaya [1] lubovdmitr@yandex.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The economic security of a state, its subject, and also a single organization is largely determined on the basis of the assessment of individual components of economic security. They are financial, intellectual and personnel, technical and technological, political and legal, environmental, informational, power components. A special place among the elements of the economic security of the region belongs to the investment factor, the magnitude of which is influenced by many factors from various fields of activity. The level of influence of factors on the investment potential of the Voronezh region is considered in the presented work. The article reflects possible methods for assessing investment attractiveness, among which the rating method and the method for evaluating individual statistical indicators are highlighted. The advantages and disadvantages of each of them are considered. In conducting the study, the authors used the analysis of statistical indicators, which allow assessing both the investment potential of the region and the investment risks that inevitably arise during the implementation of projects. As a result, industrial, labor, consumer, infrastructural, financial, institutional, innovation and resource potential of the Voronezh region, as well as economic, social, criminal and environmental risks were analyzed. For all the studied indicators, growth rates were calculated, indicating an increase or decrease in the investment attractiveness of the region over time. According to the results of the work done, it was noted that, despite the instability in changing some of the factors studied, the Voronezh Region occupies a worthy place in the Central Federal District (CFD) in terms of investment attractiveness and is the leader in terms of financial investments in the economy.

Keywords: economic security, investment attractiveness, evaluation of investment attractiveness

Для цитирования

Галимова И.И., Пасынкова О.М., Чайковская Л.Н. Оценка инвестиционной привлекательности Воронежской области // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 285–289. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-285-289

For citation

Galimova I.I, Pasynkova O.M., Chaikovskaya L.N. Assessment of investment attractiveness of Voronezh region. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 285–289. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-285-289

Инвестиционная привлекательность области формируется под влиянием множества как внутренних, так и внешних факторов.

Инвестиции являются довольно ограниченным ресурсом и удовлетворить потребность в них – практически невозможная задача. Именно поэтому инвесторы тщательно оценивают и анализируют инвестиционную привлекательность региона [1].

Для детальной оценки инвестиционной привлекательности необходимо проанализировать частные показатели, а именно: ресурсно-сырьевые, трудовые, производственные, инновационные, институциональные, инфраструктурные, финансовые, потребительские [2].

Современные показатели оценки инвестиционной привлекательности экономик как стран и регионов, так и значимых предприятий, собираются и опубликовываются ведущими рейтинговыми агентствами. В России наиболее признанными можно назвать «Эксперт РА», Национальное рейтинговое агентство, «Рус-Рейтинг» [3].

Среди достоинств метода присвоения рейтинга можем выделить следующие: оценка показателей осуществляется группой экспертов, осведомленных и опытных в данной области; предоставляется готовый интегральный результат анализа региона. Но значительным недостатком использования рейтингов является и изрядная субъективность.

Более объективным методом оценки инвестиционной привлекательности региона можно назвать анализ отдельных статистических показателей, определяющих условия инвестирования в странах, регионах, организациях, так как здесь экспертные оценки используются по минимуму. Недостатки проявляются в необходимости дополнительного применения моделей, формирующих интегральный конечный результат на основе учета немалого количества различных параметров, а также в колоссальной трудоемкости систематизирования обобщенного результата оценки [4].

Проведем детальный анализ инвестиционной привлекательности Воронежской области на основе статистических данных при помощи оценки частных потенциалов и рисков [5, 6] (таблица 1).

По результатам анализа можно сделать следующие выводы. Темп роста доходов консолидированного бюджета превышает расходы с 2016 года, что, как и увеличение поступлений налогов и сборов в бюджет региона, является положительным показателем, влияющим на финансовый потенциал.

Хорошие институциональные показатели, при этом ощутимое развитие принадлежит малому предпринимательству. По числу индивидуальных предпринимателей и малых предприятий область в 2017–2018 годах занимала 3-е место в Центральном федеральном округе.

Увеличение затрат на исследования и разработки в 2017 году поднимает регион с 8-го на 6-е место в ЦФО.

Благоприятное географическое положение области создает удобство движения транспортных потоков как с севера на юг страны, так и с запада на восток, что помогает в расширении экономических связей. Благоприятные климатические условия влияют на развитие сельского хозяйства (в 2017 году по посевной площади 3-е место в ЦФО)

По выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников регион занимает 7-е место. Заметно уменьшение сбросов загрязненных вод за последние несколько лет [7–10].

Уровень инфляции в регионе стремительно падает последние 3 года. По уровню инфляции Воронежская область является лидером и занимает 17-е место в ЦФО в 2017 году.

В социальной сфере относительная стабильность. Уровень безработицы на протяжении несколько лет сохраняется практически на одном уровне (9-е место в ЦФО в 2018 году), так же как и доля населения с доходами ниже прожиточного минимума (13-е место в ЦФО в 2018 году).

В трудовой сфере в последние несколько лет наблюдается отрицательная динамика естественной убыли населения. Заметно увеличение числа занятых в экономике, но происходит это за счет притока мигрантов, в основном низкоквалифицированной рабочей силы. Уменьшение числа студентов высших образовательных учреждений является довольно серьезной проблемой в формировании высококвалифицированных кадров, но регион продолжает занимать 3-е место в ЦФО по количеству студентов.

Относительно низкие показатели производственного потенциала. Воронежская область в 2018 году занимала 7-е место в ЦФО по основному показателю развития региона – ВРП на душу населения (в 2016 году – 5-е место).

Несмотря на снижение темпов роста доходов населения в 2016 и 2017 годах, Воронежская область обладает достаточно высоким потребительским и инвестиционным потенциалом и продолжает занимать 4 место в ЦФО по среднедушевым доходам.

Таблица 1.

Результаты оценки инвестиционной привлекательности Воронежской области

Table 1.

The results of the evaluation of the investment attractiveness of the Voronezh region

Показатели | Indicators	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Рейтинговая оценка, присвоенная агентством «Эксперт РА» | Rating rating assigned by the Expert RA Agency	3A1 – пониженный потенциал | reduced potential – минимальный риск | minimal risk				
Инвестиционный потенциал | Investment potential					
Производственный потенциал | Production potential					
ВРП на душу населения, тыс. р. | GRP per capita, thousand rubles	307.9	345.4	360.3	388.0	416.7
Темп прироста, % | Growth rate, %	17.2	12.2	4.3	7.7	7.4
Индекс промышленного производства, в % к предыдущему году | Industrial production index, in % to the previous year	108.0	103.7	104.4	106.7	105.5
Темп прироста, % | Growth rate, %	1.9	–4.3	0.7	2.3	–1.2
Трудовой потенциал | Labor potential					
Население в трудоспособном возрасте по отношению ко всему населению региона, % | Working age population in relation to the entire population of the region, %	57.6	56.8	56.1	55.5	54.8*
Темп прироста, % | Growth rate, %	–0.7	–0.8	–0.7	–0.6	–1.3
Среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. ч. | Average annual number of people employed in the economy, thousand people	1055.3	1051.7	1094.8	1102.1	1123.6
Темп прироста, % | Growth rate, %	–0.2	–0.3	4.1	0.7	2.0
Численность студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования тыс. ч. | The number of students of educational institutions of higher professional education thousand people	99.0	91.8	88.9	87.0	82.0*
Темп прироста, % | Growth rate, %	–6.8	–7.3	–3.2	–2.1	–5.7
Потребительский потенциал | Consumer potential					
Денежные доходы на душу населения в среднем за месяц, р. | Cash income per capita on average per month, Rub.	25505	29922	29576	29397	31432*
Темп прироста, % | Growth rate, %	15.6	17.3	–1,2	–0,6	6,9
Стоимость фиксированного набора потребительских товаров и услуг в месяц, р. | The cost of a fixed set of consumer goods and services per month, Rub.	11234	12661	13395	13828	14578
Темп прироста, % | Growth rate, %	14.4	12.7	5.8	3.2	5.4
Инфраструктурный потенциал | Infrastructure potential					
Протяженность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием, км | Length of public roads with hard surface, km	16872	17094	17621	18035	18308,9*
Темп прироста, % | Growth rate, %	1.3	1.3	3.1	2.3	1.5
Эксплуатационная длина железнодорожных путей общего пользования, км | Operating length of public railway tracks, km	1150	1150	1150	1194	1194*
Темп прироста, % | Growth rate, %	0	0	0	3,8	0
Финансовый потенциал | Financial potential					
Поступление налогов и сборов в бюджет региона, млн р. | Receipt of taxes and fees in the budget of the region, mln rub.	53937.7	54510.3	60702.4	65482.2	70887.7
Темп прироста, % | Growth rate, %	5.6	1.1	11.4	7.9	8.3
Доходы консолидированного бюджета, млн р. | Revenues of the consolidated budget, mln rub.	93594	98442	105615	114195	120205.5
Темп прироста, % | Growth rate, %	2.3	5.2	7.3	8.1	5.2
Расходы консолидированного бюджета, млн р. | Consolidated budget expenditures, mln rub.	106685	105085	104595	108404	107359
Темп прироста, % | Growth rate, %	6.5	–1.5	–0.5	3.6	–1.0
Институциональный потенциал | Institutional capacity					
Число малых предприятий по отношению к общему число предприятий, % | The number of small enterprises in relation to the total number of enterprises, %	42.1	57.2	65.0	61.2	61.7

Показатели | Indicators	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Темп прироста, % | Growth rate, %	6,7	15,1	7,8	–3,8	0,5
Степень монополизации в регионе, % | The degree of monopolization in the region, %	0.27	0.29	0.31	0.31	0.33
Темп прироста, % | Growth rate, %	0.01	0.02	0.02	0	0.02
Инновационный потенциал | Innovation potential					
Внутренние затраты на исследования и разработки, млн р. | Domestic expenditure on research and development, mln rub.	6348.1	6379.8	6436.1	8164.5	8208.5*
Темп прироста, % | Growth rate, %	2.8	0.5	0.9	26.8	0.5
Число организаций, выполнявших исследования и разработки, ед. | Number of organization performing research and development, units	53	63	63	65	69*
Темп прироста, % | Growth rate, %	–5.3	8.9	0	3.2	6.1
Ресурсно-сырьевой потенциал | Resource potential					
Отношения площади территории региона к площади территории ЦФО, % | Relationship of the area of the territory of the region to the area of the territory of the Central Federal District, %	8,0				
Посевные сельскохозяйственные площади, тыс. га | Sown agricultural areas, thousand hectares	2548.6	2590.5	2548.1	2617.9	2603.5
Темп прироста, % | Growth rate, %	0.6	1.6	–1.6	2.7	–0.6
Инвестиционный риск | Investment risk					
Экономический риск | Economic risk					
Индекс потребительских цен, % | Consumer price index, %	112.0	113.6	105.5	101.5	101.0
Темп прироста, % | Growth rate, %	4.9	1.6	–8.1	–4	–0.5
Степень износа основных фондов, % | The degree of depreciation of fixed assets, %	45.4	44.8	44.8	39.1	38.8*
Темп прироста, % | Growth rate, %	2.4	–0.6	0	–5.7	–0.3
Задолженность по налогам и сборам в бюджетную систему Российской Федерации, млн р. | Tax arrears in the budget system of the Russian Federation, mln rub.	6797	6460	7272	7788	7821.1*
Темп прироста, % | Growth rate, %	2.3	–4.9	12.5	7.1	0.4
Социальный риск | Social risk					
Доля населения с доходом ниже прожиточного минимума, в % от общей численности | The share of the population with income below the subsistence minimum, in % of the total	9.0	9.3	9.3	9.1	9.2*
Темп прироста, % | Growth rate, %	–0.2	0.3	0	–0.2	0.1
Уровень безработицы, % | Unemployment rate, %	4.5	4.5	4.5	4.3	4.4
Темп прироста, % | Growth rate, %	–0.2	0	0	–0.2	0.1
Естественная убыль населения, тыс. ч. | Natural population decline, thousand people	11.2	9.9	10.6	11.7	12.8
Темп прироста, % | Growth rate, %	0	–11.6	7.1	10.4	9.4
Криминальный риск | Criminal risk					
Число зарегистрированных преступлений, ед. | Number of recorded crimes, units	33747	39298	34370	32571	29308
Темп прироста, % | Growth rate, %	11.0	16.4	–12.5	–5.2	–10.0
Экологический риск | Environmental risk					
Сброс загрязненных сточных вод, млн м^3 | Discharge of polluted wastewater, million m^3	121.9	117.1	121.6	119.2	116.0*
Темп прироста, % | Growth rate, %	–5.2	–3.9	3.8	–2.0	–2.7
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, тыс. тонн | Emissions of pollutants into the atmospheric air from stationary sources, thousand tons	67.9	69.2	72.7	76.5	74.3*
Темп прироста, % | Growth rate, %	–10.4	1.9	5.1	6.0	–2.9

* Прогнозные значения (Forecast values)

ЛИТЕРАТУРА

1 Зимин В.А. Инвестиционный климат регионов Российской Федерации, его основные показатели // Теория и практика общественного развития. 2013. № 5. С. 296–298.

2 Грацинская Г.В., Пучков В.Ф. Этапы формирования и способы оценки величины человеческого капитала региона // Научная дискуссия: вопросы экономики и управления: сб. ст. по материалам LXI Международной научно-практической конференции. М.: Изд. «Интернаука», 2017. № 4 (60). С. 69–77.

3 Калачева А.Г. Показатель инвестиционной привлекательности региона как внешний фактор инвестиционной привлекательности предприятия // Инновационная экономика: материалы II Междунар. науч. конф., Казань, октябрь 2015 г. Казань: Бук, 2015. С. 86–88.

4 Каньшина А.Н. Оценка инвестиционной привлекательности региона на примере Воронежской области // Молодой ученый. 2016. № 25. С. 288–292.

5 Официальный сайт Эксперт РА. URL: http://www.raexpert.ru

6 Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области. URL: http://voronezhstat.gks.ru

7 Soboleva Y.P., Parshutina I.G. Management of investment attractiveness of the region by improving company strategic planning // Indian Journal of Science and Technology. 2016. V. 9. № 14. P. 1.

8 Kramin M.V., Safiullin L.N., Kramin T.V., Timiryasova A.V. Drivers of economic growth and investment attractiveness of Russian regions // Life Science Journal. 2014. V. 11. № 6s. P. 526–530.

9 Valinurova L.S., Kazakova O.B., Sulimova E.A. Evaluation of investment attractiveness and prediction of investment volumes to the region // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. V. 6. № 5 S3. P. 371.

10 Jantoń-Drozdowska E., Majewska M. Investment attractiveness of Central and Eastern European countries in the light of new locational advantages development // Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy. 2016. V. 11. № 1. P. 97–119.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина И. Галимова студент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, cfgabhff@inbox.ru

Ольга М. Пасынкова к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, pasol-30@mail.ru

Любовь Н. Чайковская к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, lubovdmitr@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 26.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.05.2019

REFERENCES

1 Zimin V.A. The investment climate of the regions of the Russian Federation, its main indicators. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Theory and practice of social development]. 2013. no. 5. pp. 296–298. (in Russian).

2 Gratsinskaya G.V., Puchkov V.F. Stages of formation and methods for assessing the value of human capital in a region. Nauchnaya diskussiya: voprosy ekonomiki i upravleniya [Scientific Discussion: Issues of Economics and Management: a collection of articles based on the materials of the LXI International Scientific and Practical Conference]. Moscow, Internauka, 2017. no. 4 (60). pp. 69–77. (in Russian).

3 Kalacheva A.G. Indicator of investment attractiveness of the region as an external factor in the investment attractiveness of an enterprise. Innovatsionnaya ekonomika [Innovative Economy: Materials II International. scientific conf., Kazan, October 2015]. Kazan, Buk, 2015. pp. 86–88. (in Russian).

4 Kanshina A.N. Evaluation of the investment attractiveness of the region on the example of the Voronezh region. *Molodoy uchenyy* [Young scientist]. 2016. no. 25. pp. 288–292. (in Russian).

5 Ofitsial'nyy sayt Ekspert RA [Official site Expert RA]. Available at: http://www.raexpert.ru (in Russian).

6 Ofitsial'nyy sayt Territorial'nogo organa Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Voronezhskoy oblasti [Official site of the Territorial body of the Federal State Statistics Service in the Voronezh Region]. Available at: http://voronezhstat.gks.ru (in Russian).

7 Soboleva Y.P., Parshutina I.G. Management of investment attractiveness of the region by improving company strategic planning. Indian Journal of Science and Technology. 2016. vol. 9. no. 14. pp. 1.

8 Kramin M.V., Safiullin L.N., Kramin T.V., Timiryasova A.V. Drivers of economic growth and investment attractiveness of Russian regions. Life Science Journal. 2014. vol. 11. no. 6s. pp. 526–530.

9 Valinurova L.S., Kazakova O.B., Sulimova E.A. Evaluation of investment attractiveness and prediction of investment volumes to the region. Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. vol. 6. no. 5 S3. pp. 371.

10 Jantoń-Drozdowska E., Majewska M. Investment attractiveness of Central and Eastern European countries in the light of new locational advantages development. Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy. 2016. vol. 11. no. 1. pp. 97–119.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina I. Galimova student, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, cfgabhff@inbox.ru

Olga M. Pasynkova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, pasol-30@mail.ru

Lubov N. Chaikovskaya Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, lubovdmitr@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.26.2019

ACCEPTED 5.20.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 658.15: 334.012.63/64

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-290-300

Оценка целевых значений индикаторов эффективности управления финансами на предприятиях малого и среднего бизнеса с учетом отраслевой и региональной специфики

Наталья Н. Муравьева [1] nataljamur75@yandex.ru
Наталья С. Талалаева [1] talalaeva@vgi.volsu.ru

[1] Волжский филиал Волгоградского государственного университета, ул. 40 лет Победы, 11, г. Волжский, 404133, Россия

Аннотация. Эффективное управление финансами в коммерческих организациях представляет собой достижение ими определенных значений базовых финансовых показателей (критериев эффективности), характеризующих платежеспособность, финансовую устойчивость, рентабельность экономических субъектов. При оценке эффективности управления финансами на малых и средних предприятиях применение общеустановленных нормативов не является корректным, так как такие субъекты ориентируется, как правило, на осуществление своей деятельности в рамках конкретной отрасли (отсутствует диверсификация бизнеса), а в связи с незначительными масштабами деятельности и объемами продаж ограничиваются пределами конкретного региона. Это предопределяет существенное различие условий и объективных предпосылок их функционирования, что отражается на финансовом состоянии и результатах. Для учета отраслевой и региональной специфики деятельности указанных субъектов проведено исследование по финансовой отчетности прибыльных предприятий малого и среднего бизнеса Волгоградской области по отдельным видам их экономической деятельности (торговли оптовой и розничной, включая ремонт автотранспортных средств и мотоциклов, обрабатывающего производства и строительства). В основу исследования заложена логика эталонного подхода к оценке эффективности управления финансами: предприятия, продемонстрировавшие стабильно прибыльную деятельность в течение определенного временного интервала, несмотря на изменение экономической ситуации в регионе, обеспечили такие значения базовых финансовых коэффициентов, которые следует принимать как целевые, характеризующие эффективное управление. По результатам исследования были обозначены численные величины указанных индикаторов, отличающиеся от общепринятых нормативов, в разрезе отдельных отраслей. Установленный целевой уровень финансовых индикаторов является количественным ориентиром для обеспечения эффективного управления финансами и, соответственно, прибыльной хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: малые и средние предприятия, управление финансами, отраслевая специфика, региональная специфика, индикаторы эффективности, целевые значения индикаторов

The assessment of target value of performance indicators of small and medium-sized companies' financial management with industry and regional environmental features

Natalya N. Muraveva [1] nataljamur75@yandex.ru
Natalya S. Talalaeva [1] talalaeva@vgi.volsu.ru

[1] Volzhskiy branch of the Volgograd State University, 40 let Pobedy st., 11, Volzhsky, 404133, Russia

Abstract. The efficient financial management in profit organizations are the getting their specific values of basic performance indicators (efficiency criteria), which characterize the solvability, financial capability, profitability of the economic agents. It's not correct to use standard values estimating the efficiency of small and medium-sized companies' financial management, being that such enterprises carry on business in the specific industry (there are not the diversification of business) in one specific region, having a small range of activity and sales. This determines the fundamental inequality conditions and objective preconditions their business, being reflected in financial status and results. The research takes into consideration the industry and regional environmental features, using the financial data reporting of profit-making small and medium-size enterprises of the Volgograd Region, which do business in distributive trade, manufacture, building and construction sector. Logics of research based on reference approach to estimate the efficiency of financial management: the values of basic performance indicators of enterprise getting profit a long time in spite of changing in the region's economic climate, should be taken as the target values corresponding to efficient financial management. Based on research numerical values of industry-specific performance indicators were got. Those indicators are not equal to standard values. The target level of financial indicators serves as a guidemark for small and medium-sized companies to get the efficient financial management and be reaching profitability.

Keywords: small and medium-size enterprises, financial management, industrial specific features, regional specific features, performance indicators, target value of indicators

Для цитирования

Муравьева Н.Н., Талалаева Н.С. Оценка целевых значений индикаторов эффективности управления финансами на предприятиях малого и среднего бизнеса с учетом отраслевой и региональной специфики // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 290–300. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-290-300

For citation

Muraveva N.N., Talalaeva N.S. The assessment of target value of performance indicators of small and medium-sized companies' financial management with industry and regional environmental features. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 290–300. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-290-300

Введение

Эффективное управление финансами на предприятиях малого и среднего бизнеса (МСБ) в современной нестабильной экономической ситуации является одной из важнейших предпосылок их устойчивого, безубыточного функционирования и перспективного развития. Создание благоприятного экономического климата в стране и отдельном регионе, предполагающего снижение налогового бремени, предоставление льготных кредитов, оказание государственной помощи и т. п., безусловно, является важнейшим условием положительных тенденций развития малого и среднего предпринимательства. Тем не менее, даже наличие всех вышеперечисленных благоприятных факторов не является гарантией успешной экономической деятельности, если владельцы бизнеса не могут грамотно и рационально распорядиться имеющимися и привлекаемыми финансовыми средствами, обеспечить их приращение и эффективное использование.

Стремясь к достижению приоритетных целей предпринимательской деятельности – получению стабильной прибыли при обеспечении допустимого уровня финансового риска, – предприятия МСБ сталкиваются с существенными затруднениями при проведении объективной оценки эффективности управления финансами, включающей учет особенностей экономики региона, основного вида экономической деятельности. Сложности возникают не только при выборе целевых финансовых индикаторов, но и при определении их конкретных числовых значений-ориентиров (целевых критериев эффективности). Используемые в настоящее время в качестве «нормативных» или «рекомендуемых» количественные значения коэффициентов, характеризующих финансовое состояние предприятий (ликвидность, платежеспособность, финансовая устойчивость), среднеотраслевые уровни рентабельности и оборачиваемости активов и капитала, при применении их в отношении предприятий МСБ не отражают объективную картину реальной эффективности управления финансами в силу существенного различия условий и объективных предпосылок деятельности предпринимателей.

В современной экономической науке проблеме эффективного управления финансами на малых и средних предприятиях уделяется пристальное внимание в связи с ее высокой актуальностью и практической значимостью.

Специфика организации финансового менеджмента на предприятиях малого бизнеса, в т. ч. в разрезе отдельных сегментов управления, рассмотрена О.В. Беляйкиной [1], Е.Я. Литау [6], Н.И. Морозко [8; 9], С.О. Мусиенко [12], Л.Ю. Филобоковой [16] и др. Акцент на используемых для оценки эффективности такого управления методах и инструментах сделан О.Н. Буровой [2], Е.В. Конвисаровой и А.А. Семеновой [3] и пр. Региональные особенности оценки финансового состояния предприятий учтены в исследованиях С.П. Кюрджиева, А.А. Мамбетова и Е.П. Пешкова [5]. Проблемы отраслевых особенностей такой оценки, в том числе целевые ориентиры (нормативные значения) отдельных финансовых коэффициентов, представлены в работах И.В. Красюковой [4], Е.А. Федоровой и Я.В. Тимофеева [15] и др.

Исследование точек зрения различных авторов и критическое осмысление предлагаемых подходов к оценке позволяют утверждать, что далеко не в полной мере проработан методический инструментарий, используя который можно одновременно учесть и специфику деятельности малых и средних предприятий как экономических субъектов, характеризующихся существенными отличиями с точки зрения их финансовых возможностей, от крупных, и особенности их функционирования в пределах отдельного региона, и отличительные параметры формирования имущества и источников его финансирования, обусловленные различными видами экономической деятельности.

Поставленная проблема позволила сформулировать цель данного исследования – обоснование целевых значений базовых показателей эффективности управления финансами на предприятиях МСБ, функционирующих в условиях конкретного региона с учетом специфики вида их экономической деятельности (на примере Волгоградской области).

Материалы и методы

Авторами ранее было проведено исследование, результатом которого стало теоретическое обоснование методического инструментария оценки эффективности управления финансами на предприятиях МСБ в разрезе текущего и оперативного управления [11], в сегментах формирования [10] и использования капитала [13; 14] указанными экономическими субъектами. Продолжение исследования в направлении глубокой проработки такого

инструментария обосновано тем обстоятельством, что субъекты МСБ, осуществляя свою деятельность в условиях объективных финансовых, информационных и кадровых ограничений, обладают гораздо меньшими возможностями по сравнению с крупными предприятиями для организации процесса эффективного управления финансами и обеспечения его достоверной и полной оценки. При указанных ограничениях и наличии большого разнообразия всевозможных оценочных финансовых индикаторов достоверно определить их оптимальную величину самим предпринимателям затруднительно.

Таким образом, был сформирован набор финансовых показателей, который является необходимым и достаточным для проведения оценки всех значимых аспектов финансовой деятельности малых и средних предприятий; реальным для практического применения субъектами, характеризующимися спецификой деятельности и ограниченными возможностями в организации управления финансами; универсальным для всех указанных предприятий, независимо от видов осуществляемой ими деятельности (Таблица 1).

Таблица 1.

Оценочные индикаторы эффективности управления финансами на предприятиях МСБ

Table 1.

Estimated performance indicators of small and medium-sized companies' financial management

Основные оценочные финансовые индикаторы | Basic financial estimated figures
1. Коэффициент текущей ликвидности ($К_{ТЛ}$) | Current liquidity ratio
2. Коэффициент абсолютной ликвидности (для предприятий МСБ – это коэффициент покрытия наиболее срочных обязательств наиболее ликвидными активами) ($К_{АЛ}$) | Absolute liquidity ratio
3. Коэффициент обеспеченности оборотного капитала собственными источниками финансирования ($Коб_{СОС}$) Current assets coverage ratio
4. Коэффициент текущей долговой нагрузки (для предприятий МСБ – отношение краткосрочных обязательств к валюте баланса) ($К_{ТДН}$) | Short-term debt ratio
5. Коэффициент рентабельности собственного капитала ($Р_{СК}$) | Return on equity
6. Коэффициент рентабельности оборотных активов ($Р_{ОА}$) | Return on current asset
7. Рентабельность продаж (по прибыли от продаж) ($Р_{Пр}$) | Profitability of sales
8. Общая рентабельность (по прибыли до налогообложения) ($Р_{Общ}$) | Common profitability
9. Коэффициент оборачиваемости собственного капитала ($КО_{СК}$) | Ratio of owned capital turnover
10. Коэффициент оборачиваемости оборотных активов ($КО_{ОА}$) | Ratio of working capital turnover
Вспомогательные оценочные финансовые индикаторы | Supplement financial estimated figures
1. Коэффициент обеспеченности запасов собственными источниками ($Коб_З$) | Working capital to inventory ratio
2. Коэффициент оборачиваемости запасов ($КО_З$) | Inventory turnover ratio
3. Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности ($КО_{ДЗ}$) | Receivable turnover
4. Рентабельность внеоборотных активов ($Р_{ВОА}$) | Return on noncurrent assets
5. Коэффициент соотношения кредиторской и дебиторской задолженности (КЗ/ДЗ) | Ratio of credit debts to receivables

Отметим, что для оценки эффективности управления, в т. ч. управления финансами, современная наука предлагает применять различные подходы – целевой и эталонный, используемые в данном исследовании. Ориентация на совмещение двух указанных подходов обусловлена поставленной целью и идентичным методическим инструментарием, применяемым в рамках каждого из них, – финансовыми коэффициентами, выступающим в роли оценочных индикаторов эффективного управления. Однако если в рамках целевого подхода критериальные значения оценочных показателей ориентируются на так называемые «реальные стандарты», которые определяются исходя из существующих финансовых и производственных возможностей хозяйствующего субъекта, то в рамках эталонного – на «идеальные стандарты», которые могут быть достигнуты при условии, что финансирование деятельности обеспечено из наиболее предпочтительных источников, сформированный капитал использован наиболее рационально в сложившейся

ситуации, а риски, на которые идут указанные экономические субъекты, необходимы, обоснованы и сопровождаются адекватным и реальным увеличением доходности бизнеса.

Исследование проводилось на основе данных финансовой отчетности предприятий малого и среднего бизнеса Волгоградской области за 2012–2017 гг. Случайным образом было отобрано 100 экономических субъектов, осуществляющих деятельность в сфере розничной и оптовой торговли, обрабатывающего производства и строительства, в качестве отраслей, формирующих наибольший суммарный вклад в товарооборот региона среди всех субъектов МСБ, составляющий на конец 2017 г. около 80% [7].

Для обоснования целевого уровня показателей эффективности управления финансами на предприятиях МСБ с учетом их региональной и отраслевой специфики была использована логика эталонного подхода к оценке эффективности, согласно которой хозяйствующие субъекты, продемонстрировавшие стабильно прибыльную деятельность в течение заданного периода времени, обеспечили наиболее приемлемые для себя и аналогичных субъектов хозяйствования параметры соотношения собственного и заемного капитала, внеоборотных и оборотных активов и достигли значений вы-бранных коэффициентов, которые могут быть признаны критериями эффективности. Из используемой совокупности предприятий МСБ региона были отобраны те, деятельность которых характеризовалась относительной высокой и стабильной прибылью за анализируемый 6-летний период (2012–2017 гг.), несмотря на изменение экономической ситуации в регионе. Сделано обоснованное, на наш взгляд, предположение, что рассчитанные на основе усредненных данных финансовой отчетности таких предприятий значения финансовых индикаторов (таблица 1) в значительной мере количественно отражают состояние эффективного управления финансами.

Отметим, что из выбранной совокупности исследуемых предприятий МСБ Волгоградской области, сгруппированных по масштабам (малые и средние) и по видам экономической деятельности (торговля, обрабатывающее производство и строительство), доля прибыльных предприятий составляет:

- среди малых торговых организаций – 60%;
- среди средних торговых организаций – 44%;
- среди малых предприятий обрабатывающего производства – 46,7%;
- среди средних предприятий обрабатывающего производства – 33,3%;
- среди малых строительных организаций – 40%;
- среди средних строительных организаций – 30%.

Расчет количественных значений критериальных финансовых индикаторов проводился отдельно по каждой из выделенных групп. Функционирование этих предприятий в рамках конкретного региона (Волгоградской области) объективно предполагает учет региональной специфики ведения бизнеса.

Результаты и обсуждение

Была изучена структура имущества прибыльных предприятий МСБ региона. Отслеживание соотношения внеоборотных и оборотных активов для рассмотренных видов экономической деятельности в динамике позволило обосновать для каждого из них такую структуру активов, которая обеспечила эффективное управление финансами на протяжении длительного периода времени, несмотря на значительное отклонение долей ее элементов от рекомендуемой большинством исследователей величины (40/60%) в сторону уменьшения доли внеоборотных активов.

Исследование структуры источников финансирования позволило оценить уровень финансового риска, на который сознательно или вынужденно идут предприятия МСБ региона в целях обеспечения финансовых условий для функционирования и развития бизнеса. Соотношение долей собственного и заемного капитала (долгосрочного и краткосрочного) далеко не всегда соответствуют их оптимальным параметрам (50/50%), однако специфика ведения бизнеса в отдельных отраслях существенно отражается на структуре используемых источников финансирования, несмотря на существующий субъективный момент – изначально различные финансовые условия отдельных субъектов хозяйствования.

По структуре имущества и капитала были рассчитаны усредненные значения удельных весов их элементов по каждому году анализируемого периода, на их основе построены доверительные интервалы базовых составляющих каждой из указанной структуры (Таблица 2).

Таблица 2.

Границы изменений удельного веса элементов структуры имущества и источников его финансирования на прибыльных предприятиях МСБ Волгоградской области, %

Table 2.

Limits of variation of assets and sources of the formation of the assets percentage at profit-making small and medium-size enterprises of the Volgograd Region

Показатели Carrying amounts	Малый бизнес | Small businesses		Средний бизнес | Medium-sized business	
	Левая граница Left confidence limit	Правая граница Right confidence limit	Левая граница Left confidence limit	Правая граница Right confidence limit
Торговля оптовая и розничная, ремонт автотранспортных средств и мотоциклов | Distributive trade, automotive maintenance				
Структура имущества | Assets structure				
Внеоборотные активы Noncurrent assets	2,97	5,26	2,07	4,37
Оборотные активы Current asset	94,74	97,03	95,63	97,93
Структура источников финансирования | Sources of the formation of the assets structure				
Собственный капитал Owned capital	32,43	45,19	21,33	27,49
Долгосрочные обязательства Long-term debt	8,32	14,96	6,55	13,95
Краткосрочные обязательства Short-term debt	45,08	57,56	59,20	68,46
Обрабатывающее производство | Manufacture				
Структура имущества | Assets structure				
Внеоборотные активы Noncurrent assets	10,38	18,74	14,13	17,11
Оборотные активы Current asset	81,26	89,62	82,89	85,87
Структура источников финансирования | Sources of the formation of the assets structure				
Собственный капитал Owned capital	56,28	69,96	41,36	56,48
Долгосрочные обязательства Long-term debt	0	1,33	2,13	13,15
Краткосрочные обязательства Short-term debt	29,96	42,54	28,85	51,35
Строительство | Building and construction sector				
Структура имущества | Assets structure				
Внеоборотные активы Noncurrent assets	14,29	24,59	15,29	26,72
Оборотные активы Current asset	75,41	85,71	73,28	84,71
Структура источников финансирования | Sources of the formation of the assets structure				
Собственный капитал Owned capital	4,41	18,19	17,01	60,69
Долгосрочные обязательства Long-term debt	10,46	12,50	0	0,72
Краткосрочные обязательства Short-term debt	69,63	84,43	39,30	82,48

Примечание: составлено авторами, доверительные интервалы построены при уровне значимости 95%.

На основе полученных результатов сформированы рекомендуемые значения таких показателей, как доля оборотных (внеоборотных) активов в структуре имущества и доля собственного капитала (обязательств) для предприятий МСБ выделенных видов экономической деятельности. Общие выводы следующие:

- для предприятий МСБ сферы оптовой и розничной торговли характерно формирование имущества в основном за счет оборотных активов, что определяется спецификой их деятельности, при этом существенных различий по данному параметру между малыми и средними предприятиями не наблюдается. Низкая доля внеоборотных активов в среднем по данным экономическим субъектам обусловлена тем, что в подавляющем большинстве они совсем не имеют на балансе таких активов. Малые предприятия этой сферы деятельности способны обеспечить прибыльную

деятельность как результат эффективного управления финансами при формировании собственного капитала в среднем на уровне не менее 32,4%; для средних предприятий этот показатель несколько ниже – 21,3%, что обусловлено возможностью последних привлекать большие объемы заемного капитала, в т. ч. долгосрочного, и обслуживать его с точки зрения выплаты процентных обязательств;

- для предприятий МСБ региона сферы обрабатывающего производства характерно стремление к минимизации иммобилизованного имущества. Как минимум, для обеспечения производственного процесса требуется оборудование, поэтому для малых предприятий доля внеоборотных активов составляет величину не ниже 10,4%, для средних – 14,13%. При этом для таких предприятий, чтобы быть эффективными, требуется существенно большая доля собственного капитала (по сравнению с аналогичными предприятиями сферы торговли) в связи с большей продолжительностью операционного цикла;
- для малых и средних предприятий сферы строительства внеоборотные активы также необходимы для обеспечения деятельности. При этом если деятельность малых предприятий финансируется преимущественно за счет краткосрочных заемных средств, у средних предприятий отмечается значительная вариативность долей структуры источников финансирования, что отражается на границах построенных доверительных интервалов.

Сопоставив усредненную структуру имущества и источников его финансирования в целом по выборке и по прибыльным предприятиям МСБ Волгоградской области (Таблица 3), приходим к следующим заключениям.

Таблица 3.

Структура активов и пассивов предприятий МСБ Волгоградской области, %

Table 3.

Assets and liabilities structure at SMBs of the Volgograd Region, %

Показатели | Carrying amounts	Выборочная совокупность | Sampled population		Прибыльные предприятия | Profit-making enterprises	
	Малый бизнес | Small businesses	Средний бизнес | Medium-sized business	Малый бизнес | Small businesses	Средний бизнес | Medium-sized business
1	2	3	4	5
Торговля оптовая и розничная, ремонт автотранспортных средств и мотоциклов Distributive trade, automotive maintenance				
Структура имущества | Assets structure				
Внеоборотные активы Noncurrent assets	(14,6–15,4)	(10,7–11,6)	(2,97–5,3)	(2,07–4,4)
Оборотные активы Current asset	(84,6–85,4)	(88,4–89,3)	(94,75–97,03)	(95,63–97,93)
Структура источников финансирования | Sources of the formation of the assets structure				
Собственный капитал Owned capital	(27,1–33,7)	(16,8–20,7)	(32,4–45,2)	(21,3–27,5)
Долгосрочный заемный капитал Long-term debt capital	(7,4–10,9)	(14,8–20,8)	(8,32–14,96)	(6,55–13,9)
Краткосрочный заемный капитал Short-term debt capital	(57,6–64,1)	(58,2–66,2)	(45,1–57,6)	(59,2–68,5)
Обрабатывающее производство | Manufacture				
Структура имущества | Assets structure				
Внеоборотные активы Noncurrent assets	(23,7–27,5)	(25,1–27,5)	(10,4–18,7)	(14,1–17,1)
Оборотные активы Current asset	(72,5–76,3)	(72,5–74,9)	(81,3–89,6)	(82,9–85,9)
Структура источников финансирования | Sources of the formation of the assets structure				
Собственный капитал Owned capital	(46,3–53,2)	(30,7–34,4)	(56,3–70,0)	(41,4–56,5)
Долгосрочный заемный капитал Long-term debt capital	(8,0–12,0)	(10,35–13,2)	(0–1,33)	(2,13–13,15)

Продолжение табл. 3 | Continuation of table 3

1	2	3	4	5
Краткосрочный заемный капитал Short-term debt capital	(37,6–42,4)	(52,9–57,2)	(30–42,5)	(28,9–51,4)
*Строительство	Building and construction sector*			
Структура имущества	Assets structure			
Внеоборотные активы Noncurrent assets	(17,9–20,8)	(19,2–28,2)	(14,3–24,6)	(15,3–26,7)
Оборотные активы Current asset	(79,2–82,1)	(71,8–80,8)	(75,4–85,7)	(73,3–84,7)
Структура источников финансирования	Sources of the formation of the assets structure			
Собственный капитал Owned capital	(20,1–29,8)	(3,8–15,2)	(4,41–18,2)	(17,0–60,7)
Долгосрочный заемный капитал Long-term debt capital	(3,6–18,0)	(1,4–10,0)	(10,5–12,5)	(0–1,0)
Краткосрочный заемный капитал Short-term debt capital	(62,3–71,4)	(79,0–90,1)	(69,6–84,4)	(39,3–82,48)

Примечание: составлено авторами.

Во-первых, для осуществления эффективной деятельности торговым организациям следует ориентироваться на минимизацию в составе их активов иммобилизованного имущества. При формировании такой структуры активов высокие риски компенсируются получением стабильной прибыли. В противном случае они несут дополнительные расходы на обслуживание иммобилизованного имущества, отвлекают излишние ресурсы из оборота, что, как показывают фактические данные, значительно влияет на итоговые финансовые результаты деятельности. Для прибыльных предприятий производственной сферы характерно меньшее значение доли внеоборотных активов, чем в целом по выборке, что является достаточно весомым основанием их эффективной деятельности, т. к. доля таких предприятий в общем количестве субъектов сферы обрабатывающего производства наиболее высока, соответственно отличия в структуре имущества должны быть минимальными. Что касается строительных организаций, то разница в структуре активов между прибыльными и прочими предприятиями такого вида деятельности незначительна: их доля и в малом, и в среднем бизнесе наименьшая среди прочих видов деятельности.

Во-вторых, доля собственного капитала и торговых, и производственных прибыльных предприятий выше, чем в целом по выборке, что является объективным следствием их эффективной финансовой деятельности (чистая прибыль → увеличение нераспределенной прибыли → увеличение собственного капитала). Но у строительных организаций этот аспект не столь однозначен, т. е. экономические субъекты данной отрасли для обеспечения прибыльности своего бизнеса вынуждены привлекать внешние заемные источники, в т. ч. наращивать кредиторскую задолженность, т. к. несмотря на увеличение в абсолютных размерах собственного капитала его оказывается недостаточно для финансирования увеличивающихся из года в год активов.

Далее для обоснования целевых значений индикаторов эффективности управления финансами на предприятиях МСБ региона с учетом отраслевой специфики их деятельности были проведены следующие исследовательско-аналитические процедуры (таблица 4):

1) рассчитаны усредненные значения финансовых коэффициентов, отобранных в качестве показателей эффективности управления финансами, для малых и средних предприятий в разрезе исследуемых видов экономической деятельности по годам анализируемого периода;

2) определено их среднее значение в целом за весь период;

3) построены доверительные интервалы, позволяющие определить, в каких границах варьируется значение того или иного индикатора тех экономических субъектов, которые в течение всего периода демонстрировали стабильно эффективную (прибыльную) деятельность.

Таблица 4.

Средние значения и границы изменения оценочных индикаторов прибыльных предприятий МСБ Волгоградской области

Table 4.

The averages and limits of estimated figures variation at the profit-making SMBs of the Volgograd Region

Оценочные показатели Estimated figures	Малый бизнес | Small businesses			Средний бизнес | Medium-sized business		
	Среднее значение Average	Границы интервала Confidence limits		Среднее значение Average	Границы интервала Confidence limits	
		левая left	правая right		левая left	правая right
Торговля оптовая и розничная, ремонт автотранспортных средств и мотоциклов | Distributive trade, automotive maintenance						
$К_{ТЛ}$, коэф.	2,66	2,01	3,30	1,74	1,40	2,07
$К_{АЛ}$, коэф.	0,56	0,07	1,04	0,34	0,26	0,42
$Коб_{СОС}$, коэф	0,33	0,21	0,46	0,22	0,18	0,27
$К_{ТДН}$, коэф.	0,51	0,39	0,63	0,65	0,56	0,74
$Р_{СК}$, %	34,79	28,31	41,27	31,91	27,23	36,59
$Р_{ОА}$, %	14,76	10,99	18,52	7,59	6,19	9,00
$Р_{Пр}$, %	4,70	3,72	5,67	2,96	2,66	3,27
$Р_{Общ}$, %	3,51	2,67	4,36	2,70	2,10	3,30
$КО_{СК}$, коэф.	32,29	23,03	41,54	56,57	23,98	89,16
$КО_{ОА}$, коэф.	6,06	5,29	6,82	5,20	4,44	5,96
Обрабатывающее производство | Manufacture						
$К_{ТЛ}$, коэф.	4,35	2,99	5,72	2,94	2,28	3,59
$К_{АЛ}$, коэф.	1,29	0,25	2,32	1,12	0,66	1,59
$Коб_{СОС}$, коэф	0,55	0,43	0,66	0,46	0,37	0,55
$К_{ТДН}$, коэф.	0,36	0,29	0,44	0,41	0,34	0,49
$Р_{СК}$, %	26,87	21,28	32,46	23,29	13,98	32,59
$Р_{ОА}$, %	20,31	14,43	26,18	12,90	10,22	15,59
$Р_{Пр}$, %	10,69	7,27	14,11	6,01	2,38	9,65
$Р_{Общ}$, %	9,77	6,28	13,27	7,66	6,13	9,18
$КО_{СК}$, коэф.	6,54	4,87	8,22	7,11	5,16	9,06
$КО_{ОА}$, коэф.	3,65	3,21	4,08	2,47	2,34	2,61
Строительство | Building and construction sector						
$К_{ТЛ}$, коэф.	1,07	0,90	1,24	1,99	1,68	2,30
$К_{АЛ}$, коэф.	0,17	0,04	0,30	0,80	0,43	1,17
$Коб_{СОС}$, коэф	-0,15	-0,68	0,38	0,11	-0,12	0,34
$К_{ТДН}$, коэф.	0,87	0,77	0,97	0,61	0,52	0,70
$Р_{СК}$, %	30,38	9,47	51,28	35,18	15,43	54,93
$Р_{ОА}$, %	7,66	3,08	12,24	14,38	3,78	24,97
$Р_{Пр}$, %	7,38	1,83	12,93	4,08	3,42	4,75
$Р_{Общ}$, %	3,40	-1,63	8,43	3,48	2,17	4,79
$КО_{СК}$, коэф.	29,88	13,44	46,33	10,85	0,89	20,82
$КО_{ОА}$, коэф.	3,72	2,75	4,69	3,98	2,33	5,62

Примечание: составлено авторами, доверительные интервалы построены при уровне значимости 95%

Вариативность весов отдельных элементов в структуре имущества и структуре источников финансирования прибыльных малых и средних предприятий региона исследуемых видов экономической деятельности обусловила большие различия целевых значений, используемых для оценки базовых финансовых индикаторов, что подтверждает недопустимость общего подхода в их обосновании для характеристики эффективного управления финансами.

Полученные данные (таблица 4) позволили обобщить и систематизировать количественные целевые значения базовых финансовых индикаторов эффективности управления финансами на предприятиях МСБ региона в среднем за период с 2012 по 2017 гг. (таблица 5).

Таблица 5.

Целевые значения индикаторов эффективности управления финансами на предприятиях МСБ региона с учетом их отраслевой специфики

Table 5.

Target value of performance indicators of small and medium-sized companies' financial management with industry and regional environmental features

Оценочные показатели Estimated figures	Малый бизнес | Small businesses			Средний бизнес | Medium-sized business		
	Торговля Distributive trade	Обрабатывающее производство Manufacture	Строительство Building sector	Торговля Distributive trade	Обрабатывающее производство Manufacture	Строительство Building sector
$К_{ТЛ}$, коэф.	(2,00–3,00)	(3–5,5)	(1–1,2)	(1,4–2)	(2–3,5)	(1,6–2,3)
$К_{АЛ}$, коэф.	(0,01–1,00)	(0,25–2,3)	(0,05–0,3)	(0,3–0,4)	(0,7–1,6)	(0,4–1,2)
$Коб_{СОС}$, коэф	(0,2–0,45)	(0,4–0,66)	(0–0,3)	(0,18–0,27)	(0,35–0,55)	(0–0,34)
$К_{ТДН}$, коэф.	(0,4–0,6)	(0,3–0,44)	(0,75–0,95)	(0,5–0,75)	(0,3–0,5)	(0,5–0,7)
$Р_{СК}$, %	(28–41)	(21–32)	(9,5–51)	(27–36,5)	(14–32,5)	(15–55)
$Р_{ОА}$, %	(11,5–18,5)	(14–26)	(3,8–12)	(6–9)	(10–16)	(4–25)
$Р_{Пр}$, %	(3,7–5,7)	(7–14)	(2–13)	(2,5–3,5)	(2,5–9,5)	(3,5–4,75)
$Р_{Общ}$, %	(2,7–4,4)	(6–13)	(-1,6–8)	(2–3,5)	(6–9)	(2–5)
$КО_{СК}$, коэф.	(23–41,5)	(5–8)	(14–40)	(24–89)	(5–9)	(5–21)
$КО_{ОА}$, коэф.	(5–7)	(3–4)	(3–5)	(4,5–6)	(2,5–3)	(2,5–6)

Примечание: составлено авторами на основе анализа и обобщения границ изменения показателей.

Таким образом, представленные в таблице 5 значения базовых финансовых индикаторов количественно характеризуют необходимые условия для обеспечения эффективного управления финансами на предприятиях МСБ соответствующих отраслей Волгоградской области. По ряду параметров отмечается существенное отличие величин как по видам экономической деятельности, так и от общеустановленных нормативных значений, причем как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения. В частности, значение коэффициента текущей ликвидности, которое характеризуется высокими показателями для предприятий обрабатывающего производства (особенно для малого бизнеса), подразумевает следующее: только в том случае, если предприятию удавалось обеспечить значение указанного коэффициента в заданных границах (чему способствовали преобладающие доли оборотных активов в имуществе и собственного капитала в источниках финансирования), оно было способно осуществлять прибыльную деятельность, что характеризовало ситуацию эффективного управления финансами.

Заключение

Для обеспечения объективной оценки эффективности управления финансами малым и средним предприятиям необходимо учитывать отраслевую и региональную специфику ведения бизнеса. Ориентация на общеустановленные рекомендуемые значения показателей ликвидности, платежеспособности, финансовой устойчивости, среднеотраслевые показатели рентабельности представляется некорректной в силу разнообразных специфических особенностей деятельности предприятий МСБ.

В результате проведенного исследования были определены существенные отличия фактических значений базовых финансовых коэффициентов от их рекомендуемых показателей тех малых и средних предприятий, которые осуществляли прибыльную и стабильную деятельность в течение всего рассматриваемого периода, обеспечивая тем самым эффективное управление своими финансами. Использованная в исследовании логика эталонного подхода к оценке эффективности управления позволила обосновать конкретные количественные целевые ориентиры такого управления для предприятий малого и среднего бизнеса, функционирующих в Волгоградской области в разрезе выделенных отраслей. Сравнение с ними фактических значений финансовых коэффициентов позволит руководителям предприятий на основе выявления возможных несоответствий выделить конкретные проблемы финансового управления и обеспечить их устранение.

Благодарности

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 18–410–340006 р_а «Разработка методического инструментария оценки эффективности управления финансами на предприятиях малого и среднего бизнеса в Волгоградской области».

ЛИТЕРАТУРА

1 Беляйкина О.В. Организация системы риск менеджмента в малом бизнесе: ситуационно-характеристические параметры // Вопросы экономики и права. 2010. № 12. С. 243–248.

2 Бурова О.Н. Анализ финансового состояния малых организаций в Российской Федерации // Экономика, статистика и информатика Вестник УМО. 2014. № 5. С. 8–12

3 Конвисарова Е.В., Семенова А.А. Особенности методического инструментария анализа финансового состояния субъектов малого бизнеса // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2017. № 1. С. 86–94.

4 Красюкова И.В. Развитие методики анализа финансового состояния предприятий с учетом специфики отрасли (на примере предприятий машиностроительной промышленности) // Вестник университета. 2016. № 1. С. 155–160.

5 Кюрджиев С.П., Мамбетова А.А., Пешкова Е.П. Интегральная оценка финансового состояния предприятий региона // Экономика региона. 2016. Т. 12., № 2. С. 586–601. doi: 10.17059/2016–2–22

6 Литау Е.Я. К вопросу об управлении финансами малого предприятия // Экономика и управление. 2016. № 9. С. 52–59.

7 Малое и среднее предпринимательство. URL: http://volgastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/

8 Морозко Н.И. Управление финансами малыми организациями: проблемы и решения // Вестник Тульского филиала Финуниверситета. 2018. № 1. С. 177–179.

9 Морозко Н.И. Обоснование финансовых решений в управлении структурой капитала малых предприятий // Аудит и финансовый анализ. 2014. № 3. С. 162–166. URL: http://auditfin.com/ fin_2014_31_rus_03_07.pdf

10 Муравьева Н.Н. Оценка эффективности формирования капитала на предприятиях малого бизнеса // Государство и бизнес. Экосистема цифровой экономики: материалы XI Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 24–26 апреля 2019 г. Т. 5. С. 32–37.

11 Муравьева Н.Н., Холодова Т.П. Обоснование показателей оценки эффективности текущего и оперативного управления финансами на предприятиях малого бизнеса // Juvenis scientia. 2019. № 3. С. 22–26. doi: 10.32415/jscientia.2019.03.04

12 Мусиенко С.О. Анализ возможностей применения методов финансового планирования малыми предприятиями: проблемы, пути решения // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2016. № 27 (309). С. 13–25.

13 Талалаева Н.С., Мурдасова М.О. Оценка эффективности использования оборотных средств на предприятиях малого и среднего бизнеса // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 3–2. С. 127–131. doi: 10.24411/2500–1000–2019–10674.

14 Талалаева Н.С., Холодова Т.П. Оценка эффективности использования капитала на предприятиях малого и среднего бизнеса // Вопросы экономических наук. 2019. № 3. С. 46–49.

15 Федорова Е.А., Тимофеев Я.В. Нормативы финансовой устойчивости российских предприятий: отраслевые особенности // Корпоративные финансы. 2015. № 1. С. 38–45.

16 Филобокова Л.Ю. Управление оборотным капиталом в малом предпринимательстве: концепция, стратегия, тактика, инструментарий: монография. М.: Изд-во Междунар. инст-та системной орг. науки, 2009. 139 с.

REFERENCES

1 Belyajkina O.V. Risk management system organization of small businesses: situational characteristics. *Voprosy ekonomiki i prava* [Economic and Law Issues]. 2010. vol. 12. pp. 243–248 (in Russian).

2 Burova O.N. Analysis of financial standing of small enterprises in Russia. *Ekonomika, statistika i informatika Vestnik UMO* [Economics, Statistics and Informatics Journal of the Academic Methodological Association]. 2019. vol. 3. pp. 22–26 (in Russian).

3 Konvisarova E.V., Semenova A.A. Features methodological tools of analysis of the financial condition of small businesses. *Territoriya novyh vozmozhnostej. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa* [Space of new opportunities. Journal of the Vladivostok State University of Economics and Service]. 2017. vol. 1. pp. 86–94 (in Russian).

4 Krasyukova I.V. Development of the technique of the analysis of the financial condition of the enterprises taking into account specifics of branch industry (at the example of the enterprises of mechanical engineering industry). *Vestnik Universiteta* [Journal of the University]. 2016. vol. 1. pp. 155–160 (in Russian).

5 Kyurdzhiev S.P., Mambetova A.A., Peshkova E.P. An Integral Evaluation of the Financial State of the Regional Enterprises. *Ekonomika regiona* [Economy of Region]. 2016. vol. 12. no. 2. pp. 586–601. (in Russian).

6 Litau E. Ya. Financial Management at a Small Enterprise. *Ekonomika i upravlenie* [Economics and Management]. 2016. vol. 9. pp. 52–59 (in Russian).

7 Maloye i sredneye predprinimatel'stvo [Small and medium-sized entrepreneurship]. Available at: http://volgastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/volgastat/ru/statistics/enterprises/small_and_medium_enterprises/

8 Morozko N.I. Management of finances by small organizations: problems and solutions. *Vestnik Tul'skogo filiala Finuniversiteta* [Journal of the Tula brunch of Financial University]. 2018. vol. 1. pp. 177–179 (in Russian).

9 Morozko N.I. Justification of the financial decisions in the management of its capital structure of small organizations. *Audit i finansovyj analiz* [Audit and financial analysis]. 2014. vol. 3. pp. 162–166 (in Russian).

10 Muraveva N.N. Evaluation of efficiency of small-sized businesses' capital formation. Gosudarstvo i biznes. Ekosistema tsifrovoy ekonomiki [State and business. Ecosystem of digital economics: XI International scientific-practical Conference. St. Petersburg, 24–26 April 2019]. vol. 5. pp. 32–37. (in Russian).

11 Muraveva N.N., Kholodova T.P. Justification of indicators for evaluation of the effectiveness of current and operational financial management in small businesses. Juvenis scientia. 2019. vol. 3. pp. 22–26. (in Russian).

12 Musienko S.O. An analysis of small businesses' capabilities to use financial planning methods: issues and solutions. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya* [Financial Analytics: Science and Experience]. 2016. vol. 27 (309). pp. 13–25 (in Russian).

13 Talalaeva N.S., Murdasova M.O. The assessment of efficiency of small and medium-sized businesses' current assets use. *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk* [International Journal of Humanities and Natural Sciences]. 2019. vol. 3–2. pp. 127–131 (in Russian).

14 Talalaeva N.S., Kholodova T.P. The assessment of efficiency of small and medium-sized businesses' capital use. *Voprosy ekonomicheskih nauk* [Economic science issues]. 2019. vol. 3. pp. 46–49 (in Russian).

15 Fedorova E.A., Timofeev YA.V. Standards of Russian enterprises' financial capability: industrial specific features. *Korporativnye finansy* [Journal of corporate finance research]. 2015. vol. 1. pp. 38–45 (in Russian).

16 Filobokova L.Yu. [Working capital management in small busnesses: conception, strategy, tactics, instruments: monograph]. Moscow, Publishing Intern. inst-ta system org. science, 2009. 139 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья Н. Муравьева к.э.н., доцент, кафедра экономики и управления, Волжский филиал Волгоградского государственного университета, ул. 40 лет Победы, 11, г. Волжский, 404133, Россия, nataljamur75@yandex.ru

Наталья С. Талалаева к.э.н., доцент, кафедра экономики и управления, Волжский филиал Волгоградского государственного университета, ул. 40 лет Победы, 11, г. Волжский, 404133, Россия, talalaeva@vgi.volsu.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы принимали участие в написании статьи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.05.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 07.06.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalya N. Muraveva Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economics and management department, Volzhskiy branch of the Volgograd State University, 40 let Pobedy st., 11, Volzhskiy, 404133, Russia, nataljamur75@yandex.ru

Natalya S. Talalaeva Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economics and management department, Volzhskiy branch of the Volgograd State University, 40 let Pobedy st., 11, Volzhskiy, 404133, Russia, talalaeva@vgi.volsu.ru

CONTRIBUTION

All authors participated in the writing of the article and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.15.2019

ACCEPTED 6.7.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 658:636/639:338.1

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-301-311

Тенденции и перспективы развития отрасли животноводства мясопродуктового подкомплекса в условиях ресурсосбережения и государственного управления

Ирина П. Богомолова [1] uopioe@yandex.ru
Александр В. Котарев [2] kotarew@gmail.com
Ирина Н. Василенко [1] Irina_NW@bk.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] Воронежский государственный аграрный университет, ул. Мичурина, 1, Воронеж, 394087, Россия

Аннотация. Отрасль животноводстав является важным структурообразующим элементом эффективного функционирования мясопродуктового подкомплекса и всего АПК в целом. В данной сфере хозяйствования производится около половины валовой продукции сельского хозяйства (в 2017 г. – 48,7%). Проведенные реформенные преобразования сферы АПК в 90-х года XX в. оказали существенное влияние на ход и направление развития данного отраслевого сегмента (нарушение целостности и структуры, разрыв и утрата внутри- и межотраслевых связей, незаконная приватизация, как следствие, спад производства и банкротство многих предприятий). Данная ситуация была стабилизирована и отрасль приобрела положительный тренд развития совсем недавно (6-7 лет) после принятия и реализации целевых программ в области развития сельского хозяйства и продовольственного рынка. На текущий момент современное отечественное животноводство развивается довольно устойчивыми темпами, но имеются и системные проблемы: диспаритет цен; низкая ресурсоэффективность; высокий износ производственных фондов и средств обращения; дефицит свободных денежных средств и низкая доступность для больших кредитных займов; нехватка высококвалифицированных специалистов; недостаток внедрения систем механизации и автоматизации; проблемы кормового обеспечения. Стоит отметить, что данный спектр проблем не носит повсеместный характер, но они имеет место быть во многих животноводческих хозяйствах. Все это требует от современного производственного менеджмента и государственного управления действенных мер по модернизации отраслевых предприятий. В данном контексте государство должно создать оптимальные условиях для плодотворного взаимодействия между инвесторами и потенциальными клиентами, выступить в роли модератора, гаранта и страховщика исполнения всех обязательств и договоренностей. Также требуется субсидировать возмещение затрат на техническое и технологическое перевооружение отрасли из федерального (20–35%) и региональных (20–25%) бюджетов; создавать эффективные каналы сбыта продукции; поддерживать проекты в области племенного дела и селекционной работы; продолжить выплачивать субсидии на возмещение части затрат по наращиванию поголовья скота; обосновать четкий план действий, направленный на реализацию проектов в области модернизации и реконструкции отраслевой сферы мясного животноводства на период до 2025 г.; разработать систему мер и активизировать процесс по созданию в регионах животноводческих промышленных объединений на базе подходов интеграционно-кооперационного взаимодействия.

Ключевые слова: животноводство, модернизация, эффективность, ресурсосбережение, государственное управление, импортозамещение

Trends and prospects for the development of the livestock industry of the meat and food subcomplex in terms of resource saving and public administration

Irina P. Bogomolova [1] uopioe@yandex.ru
Alexander V. Kotarev [2] kotarew@gmail.com
Irina N. Vasilenko [1] Irina_NW@bk.ru

[1] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
[2] Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia

Abstract. The livestock industry is an important structural element of the effective functioning of the meat subcomplex and the whole agroindustrial complex as a whole. In this sphere of management, about half of the gross agricultural output is produced (in 2017 – 48.7%). Held reform, transformation of agricultural sector in the 90-ies of XX century had a significant impact on the course and direction of this industry segment (violation of the integrity and structure of the gap and the loss of intra - and inter-industry linkages, illegal privatization, as a consequence, the recession and the bankruptcy of many companies). This situation has been stabilized and the industry has acquired a positive trend of development recently (6–7 years) after the adoption and implementation of targeted programs in the field of agriculture and food market. At the moment, modern domestic animal husbandry is developing at a fairly steady pace, but there are also systemic problems: price disparity; low resource efficiency; high depreciation of production assets and means of circulation; shortage of free cash and low availability for large credit loans; lack of highly qualified specialists; lack of

Для цитирования

Богомолова И.П., Котарев А.В., Василенко И.Н., Чуриков Л.И. Тенденции и перспективы развития отрасли животноводства мясопродуктового подкомплекса в условиях ресурсосбережения и государственного управления // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 301–311. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-301-311

For citation

Bogomolova I.P., Kotarev A.V., Vasilenko I.N., Churikov L.I. Trends and prospects for the development of the livestock industry of the meat and food subcomplex in terms of resource saving and public administration. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 301–311. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-301-311

implementation of mechanization and automation systems; feed supply problems. It is worth noting that this range of problems is not widespread, but they occur in many livestock farms. All this requires modern production management and public administration to take effective measures to modernize industrial enterprises. In this context, the state should create optimal conditions for fruitful interaction between investors and potential customers, act as a moderator, guarantor and insurer of the fulfillment of all obligations and agreements. It is also required to subsidize the reimbursement of costs for technical and technological re-equipment of the industry from the Federal (20–35%) and regional (20-25%) budgets; to create effective sales channels; to support projects in the field of breeding and breeding work; to continue to pay subsidies to compensate for part of the cost of increasing the number of livestock; to justify a clear action plan aimed at implementing projects in the field of modernization and reconstruction of the sectoral sphere of meat livestock for the period up to 2025; to develop a system of measures and to intensify the process of creating livestock industry associations in the regions on the basis of integration and cooperation approaches.

Keywords: animal husbandry, modernization, efficiency, resource saving, public administration, import substitution

Введение

Отрасль животноводства мясопродуктового подкомплекса АПК РФ является одной из основных отраслей сельского хозяйства, которая дает сырье для пищевой, легкой, кожевенной промышленности и других направлений. В этой отрасли производится около половины валовой продукции сельского хозяйства (в 1990 г. – 63,4%, в 2000 г. – 45,8%, в 2013 г. – 46,8%, в 2014 г. – 49,0%, в 2016 г. – 46,0%, в 2017 г. – 48,7% и в 2018 г. – 49,8%).

Ретроспективный анализ развития животноводства показал, что из-за допущенных ошибок при реформировании АПК и переходе от плановой к рыночной экономике – диспаритет цен, нелогичная и необоснованная ориентация на преобладающее развитие фермерских хозяйств, ликвидация специализированных ферм и комплексов, разрушение специализированных промышленных предприятий и системы технического обслуживания – все это привело не только к значительному сокращению объемов производства животноводческой продукции, но и ухудшению экономических показателей: значительно выросли показатели трудо- и энергоемкости, а также иные издержки отраслевого производства; снизилась рентабельность и конкурентоспособность продукции, сформировалась высокая продовольственная импортная зависимость. По многим видам продукции показатели производства текущего периода так и не достигли уровня 1990 г. Только за последний период (6–7 лет) в результате принятия и реализации целевых программ в области развития сельского хозяйства и продовольственного рынка удалось остановить спад производства и нарастить тренд поступательного развития отечественного животноводства; снизить объемы импортных поставок продовольствия и продуктов питания; активизировать исследования в области совершенствования и создания нового технико-технологического и программно-информационного обеспечения. Также позитивные изменения затронули селекционно-генетическую отрасль и научно-кадровое обеспечение; значительно возросли объемы финансирования строительства новых и модернизации действующих животноводческих объектов, особенно это затронуло отрасли птицеводства и свиноводства. Несмотря на положительные изменения для отдельных животноводческих хозяйств присущи серьезные проблемы, которые препятствуют их устойчивому и эффективному развитию: большие прямые и косвенные издержки; высокий износ фондов; дефицит кадров (особенно высокопрофессиональных); проблемы с качеством выпускаемой продукции; высокие показатели энерго- и ресурсоемкости; высокая себестоимость; диспаритет цен; неразвитость каналов сбыта продукции; нарушения в области менеджмента качества и безопасности продукции; дефицит свободных денежных средств и низкая доступность для больших кредитных займов; недостаток внедрения систем механизации и автоматизации; проблемы кормового обеспечения (применяемые корма не являются полнорационными и сбалансированными).

Таким образом, наличие подобного рода проблемных моментов актуализирует заявленную тему исследования и предопределяет необходимость проведения тщательного анализа данного отраслевого сегмента с целью разработки и формирования конкретных рекомендаций и выводов по повышению эффективности и конкурентоспособности животноводческих хозяйств на базе реализации комплексной модернизации последних с учетом фактора инновационности, ресурсоориентированности и государственного регулирующего управления.

Материалы и методы

В ходе исследования были применены системные, логические, ситуационные и процессные подходы. Также использовались наиболее распространенные общенаучные методы изучения социально-экономических явлений и процессов: анализ, абстрагирование, синтез, конкретизация, ретроспектива и формализация. Следует отметить монографический и экспертный метод.

Обработка информационно-аналитических данных осуществлялась при помощи прикладных программ MS Excel и MS Word. Информационной базой послужили открытые источники сети Internet, официальные нормативно-правовые документы органов исполнительной власти, определяющие цели, задачи и перспективы развития отрасли животноводства АПК, аналитические материалы Росстата, данные отраслевых производственных объединений и информационно-аналитических агентств, а также научные публикации в отраслевых журналах.

Результаты и обсуждение

Прежде чем перейти к рассмотрению организационно-управленческих аспектов материально-технической модернизации отрасли животноводства мясопродуктового подкомплекса АПК РФ, определим базовые характеристики современного состояния и развития последнего в аспекте реализации новой агропромышленной политики. Согласно официальным данным Росстата за период 2010–2017 гг. отечественное животноводство показывает положительную динамику развития, в частности, на отчетную дату 2017 г. поголовье свиней возросло на 5,25% и составило 23185,2 тыс. голов, что на 5967,3 тыс. голов больше уровня 2010 г., птица также показывает положительный тренд (рост в 2017 г. к уровню 2016 г. составил 101,5%, а к 2010 г. – 125%), а вот по крупному рогатому скоту наблюдается отрицательная динамика. Так, в 2017 г. было зафиксировано 18681 тыс. голов, что на 0,38% ниже уровня 2016 г. и на 6,4% показателя 2010 г. [1] (рисунок 1).

Все это доказывает, что данный отраслевой сегмент является лимитирующим критерием устойчивой динамики оценки всего отечественного животноводства мясопродуктового подкомплекса, что в конечном итоге препятствует успешной реализации политики импортозамещения и укреплению продовольственной независимости отечественного рынка мяса и мясопродуктов.

Поголовье овец и коз уменьшилось на 1,42% по сравнению с 2016 г. и в 2017 г. составило 24489,8 тыс. голов. Анализ структуры производства мяса по видам показал, что промышленное производство сосредоточено исключительно на наращивании производственных мощностей в отрасли птицеводства и свиноводства. Все это обусловлено рядом причин: на современном потребительском рынке птица и свинина пользуется большей популярностью по причине

ценового фактора (дешевое мясо), открытие производства данного вида мяса требует меньших капитальных вложений, имеет относительно небольшой срок окупаемости, обеспечивает более высокие и стабильные доходы в сезон кризисных явлений и снижения покупательской способности населения. Проекты, реализуемые в данной сфере, имеют более высокие показатели эффективности (NPV – чистая приведенная стоимость проекта; PI – индекс доходности; IRR – внутренняя норма доходности проекта; MIRR – модифицированная внутренняя ставка доходности; PP – период окупаемости инвестиционных вложений; DPP – период окупаемости капитальных вложений с учетом дисконтирования денежных потоков; ARR – коэффициент рентабельности инвестиций). Для сравнения стоит отметить, что средний показатель периода окупаемости инвестиционных вложений в производство птицы составляет порядка 1,5–2 года, в свинину – 3–5 лет, а в говядину – 10–15 лет [3, 4].

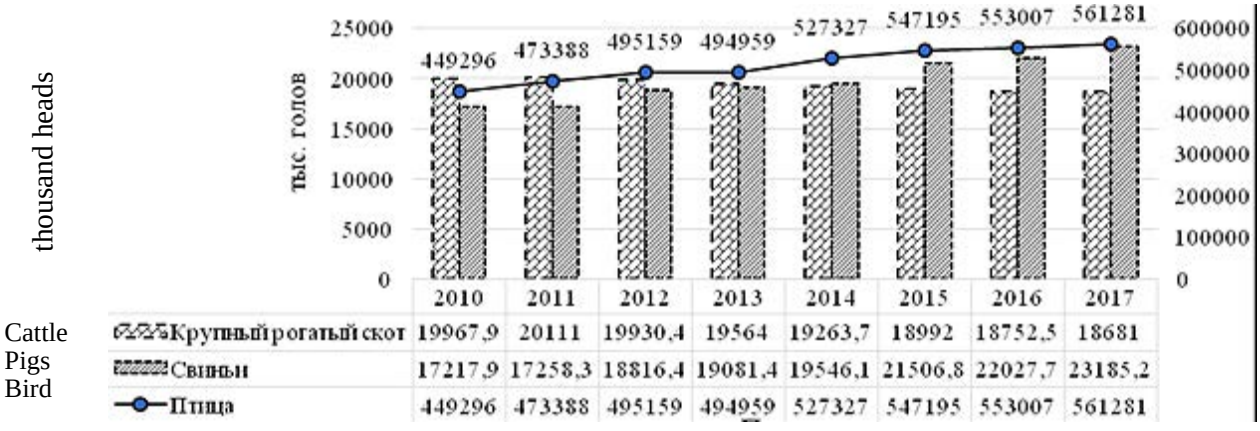


Рисунок 1. Поголовье скота и птицы во всех хозяйствах РФ, тыс. голов

Figure 1. Livestock and poultry in all farms of the Russian Federation, thousand heads

Проведенный анализ структуры по категориям хозяйств показал, что в 2017 г. основное поголовье крупного рогатого скота (КРС) было сосредоточено именно в сельскохозяйственных организациях (44,17%). Тем не менее, хозяйствах населения занимают достаточно высокую долю в производстве КРС (42,44%), а вот основная масса коров (44,62%) по-прежнему сосредоточена в хозяйствах населения.

Если анализировать категорию свинины и птицы, то здесь однозначным лидером являются сельскохозяйственные организации (85,58 и 82,6%) соответственно. На долю КФХ и ИП приходится незначительный удельный вес скота и птицы всех категорий, что обусловлено трудностями и рисками ведения данного типа малого бизнеса. В большей мере все это обосновывается не отсутствием желания у населения образовывать данные организационно-правовые производственные хозяйствования (КФХ, ИП), а неэффективностью организации и функционирования рынков продуктов питания, сельскохозяйственного сырья и продовольствия, а также неразвитостью системы государственной поддержки предпринимателей данного типа [9].

Все это стало возможным благодаря целому ряду постановлений, которые начали приниматься, начиная с середины 2014 г. С конца 2014 г. крупные холдинги вложили в развитие и модернизацию свиноводческой отрасли более 200 млрд р. Эти средства позволили открыть новые производства с передовым технико-технологическим обеспечением, а также внедрить в уже действующее производство новые разработки и технологии в области воспроизводства, выращивания, содержания, откорма, убоя и переработки скота и птицы. Реализация подобного рода проектов выполнялась в соответствии с обозначенными целями и задачами государственной программы ускоренного импортозамещения, рассчитанной на период до 2020 г. Все это дало значительный стимул для ускоренного развития данной отрасли хозяйствования мясопродуктового подкомплекса нашей страны [1, 4] (рисунки 2, 3).

За 2017 г. отечественные животноводческие предприятия произвели скота и птицы (в живом весе) на 4,6% больше, чем за 2016 г. и на 38,5% больше, чем в 2010 г. Птицы выработано на 2749 тыс. т больше, чем в 2010 г., а свинины за этот же период на 1480 тыс. т больше. Показатель КРС снизился в 2017 г. по сравнению с 2016 г. на 13 тыс. т, а по сравнению с 2010 г. – на 239 тыс. т. По свинине и птице аналогичная тенденция наблюдалась и по показателю реализации, а вот реализация КРС за последние три года демонстрирует небольшой прирост, в частности, в 2016 г. он составил 0,37%, а в 2017 г. без малого 2%. Все это свидетельствует о том, что рынок говядины развивается более успешно чем производственная сфера. Это создает продуктовый и ценовой диссонанс. Объем реализация овец и коз снизился в 2017 г. на 1,6% и составил 299 тыс. т [9, 10]. За период 2017 г. общий объем производства скота и птицы в живом весе составил 14619 тыс. т., а объем реализации – 12928 тыс. т.

На рисунке 4 приведена динамика объемов производства скота и птицы в убойном весе по категориям хозяйств. Показатель прироста убойного веса скота и птицы имеет положительную динамику. В 2017 г. он составил 485,2 тыс. т (4,9%). Положительная динамика отмечена в сельскохозяйственных организациях, за 2017 г. увеличение составило 7% и в абсолютном выражении достигло 8040,2 тыс. т, что составило 77,4% от всего объема производства. Рост имеется в КФХ и ИП (+3,8%), что в натуральном выражении составило 11 тыс. т, но в общем объеме производства данная категория хозяйств занимает незначительную долю, поэтому существенного влияния на общий уровень развития животноводческой
отрасли АПК они не оказывают [1, 4].

В хозяйствах населения отмечается падение объемов производства по всем основным видам животноводческой продукции (свиньи, птица, КРС), кроме овец и коз, что обусловлено низкой конкурентоспособностью и рентабельностью данного вида деятельности, а также высоким уровнем миграции населения из сельской местности. Тем не менее на данную категорию хозяйств приходится больший процент производства, чем на КФХ и ИП вместе взятых. В 2017 г. он составил 19,7%, а у КФХ и ИП – 2,9% [9].

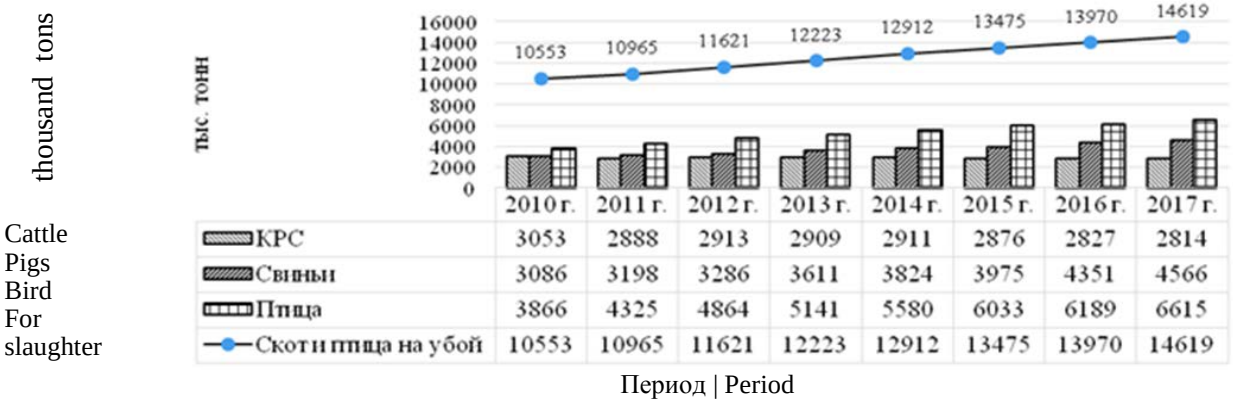
В общем отмечен факт усиления роли крупных промышленных объединений в активизации тренда формирующего развития не только отрасли животноводства, но и всего мясопродуктового подкомплекса. Все это предопределено тем, что в современных условиях хозяйствования, характеризующихся высокой открытостью рынков, монополизмом, активизацией неконкурентных методов ведения предпринимательской деятельности, наличием всякого рода барьеров и ограничений административно-правового характера, лидирующие позиции начинает занимать тот субъект, который имеет

больший запас устойчивости, а также потенциал развития (финансовый, экономический, производственный, научно-технический, инвестиционный, кадровый, информационный, инновационный, интеллектуальный, организационно-управленческий).

Если рассматривать процесс модернизации отрасли животноводства с позиции государственного участия, то отметим, что на текущий момент имеется значительный задел в плане организационно-управленческого, нормативно-правового и финансового обеспечения данного направления [2, 11, 12, 14]. Но наличие подобного типа программно-целевого обеспечения еще не есть полноценный гарант успешности реализации подобного рода проектов.

Как показывает практика, довольно часто хорошо изложенные целевые установки, а также четко прописанные механизмы реализации остаются далеки от конкретных организационно-управленческих решений на местах в силу разных обстоятельных причин (недостаточная проработка и степень участия в данных мероприятиях профильных органов исполнительной власти регионального уровня; расхождение в плане заявленных программных мероприятий и имеющегося потенциала на местах; отсутствие четких указаний и прописанного плана действий со стороны федерального уровня; недостаточная межведомственная координация в плане организации финансового контроля и распределения денежных средств; нарушение временных границ и планов реализации проектов; недальновидность и отсутствие должного уровня компетентности со стороны государственного управления и предпринимательской сферы деятельности и т. д.). Все это препятствует устойчивому развитию отраслевых хозяйствующих субъектов в плане материально-технического обновления, повышения инновационности и их ресурсоориентированности.

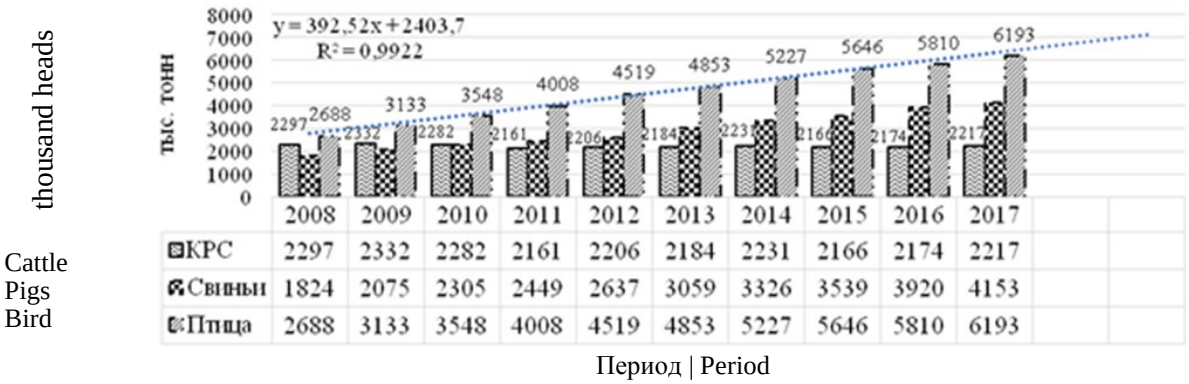
С позиции социально-экономической важности животноводческую отрасль трудно переоценить, в частности, данная сфера АПК выполняет важную роль по обеспечению населения рабочими места (более 4,5 млн сельских жителей заняты в данной отрасли).



	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
КРС	3053	2888	2913	2909	2911	2876	2827	2814
Свиньи	3086	3198	3286	3611	3824	3975	4351	4566
Птица	3866	4325	4864	5141	5580	6033	6189	6615
Скот и птица на убой	10553	10965	11621	12223	12912	13475	13970	14619

Рисунок 2. Производство скота и птицы (в живом весе), тыс. т

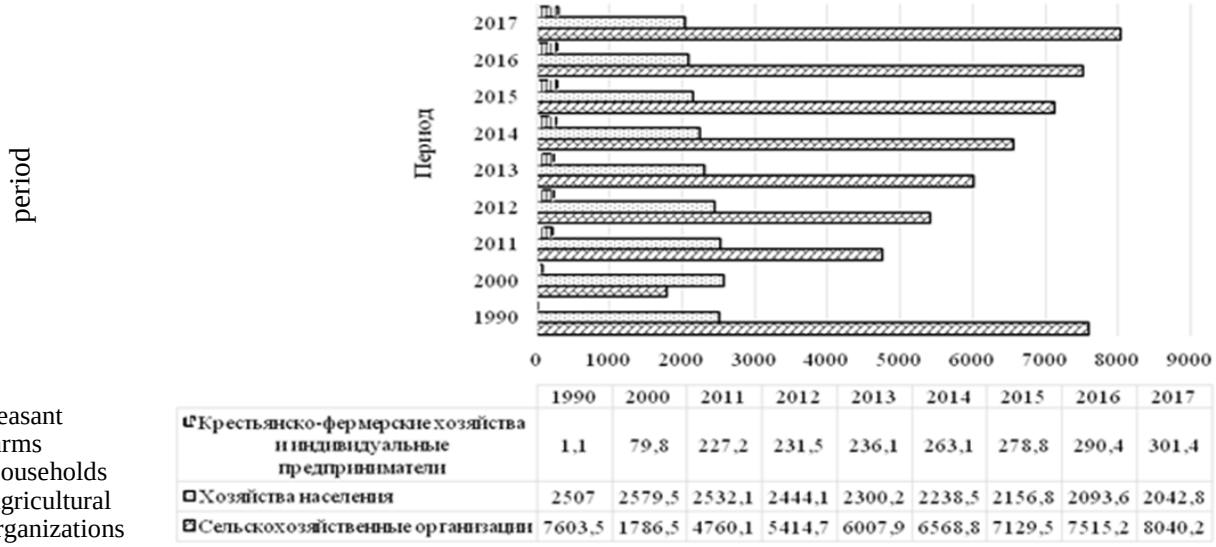
Figure 2. Production of livestock and poultry (live weight), thousand tons



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
КРС	2297	2332	2282	2161	2206	2184	2231	2166	2174	2217
Свиньи	1824	2075	2305	2449	2637	3059	3326	3539	3920	4153
Птица	2688	3133	3548	4008	4519	4853	5227	5646	5810	6193

Рисунок 3. Реализация скота и птицы (в живом весе), тыс. т

Figure 3. Sale of livestock and poultry (live weight), thousand tons



	1990	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Крестьянско-фермерские хозяйства и индивидуальные предприниматели	1,1	79,8	227,2	231,5	236,1	263,1	278,8	290,4	301,4
Хозяйства населения	2507	2579,5	2532,1	2444,1	2300,2	2238,5	2156,8	2093,6	2042,8
Сельскохозяйственные организации	7603,5	1786,5	4760,1	5414,7	6007,9	6568,8	7129,5	7515,2	8040,2

Рисунок 4. Динамика объемов производства скота и птицы в РФ в убойном весе по категориям хозяйств, тыс. т
Figure 4. Dynamics of production of livestock and poultry in Russia in slaughter weight by categories of farms, thousand tons

Животноводство снабжает перерабатывающий сектор мясопродуктового подкомплекса сырьем и продовольствием; оказывает большое влияние на уровень и качество жизни населения; способствует сохранению сельского уклада жизни, территориальной целостности и сбалансированности развития не только продовольственного рынка, но и всей страны [5].

На текущий момент в нашей стране продолжают действовать ограничительные меры на импорт ряда продовольственных товаров из стран ЕС, США, Канады, Австралии и Норвегии [8, 13]. Несмотря на рост производства импортозамещающих товаров группы «мясо и мясные изделия» (таблица 1), а также наличие положительной динамики развития животноводства РФ потребность населения нашей страны в мясе и мясных продуктах за счет собственного производства пока не удовлетворяется полностью. Россия продолжает являться крупнейшим импортером продукции животноводства (таблица 2).

Таблица 1.

Таблица 1. Объемы производства основных видов импортозамещающих продуктов по группе «мясо и мясные изделия», тыс. т [7]

Table 1.

Volumes of production of the main types of import-substituting products for the group meat and meat products, thousand tons [7]

Показатель | Indicator	Период | Period							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Мясо КРС парное, остывшее, охлажденное Meat of cattle fresh, cooled, cooled	220	190	178	199	185	203	195	205
Мясо КРС подмороженное, замороженное, глубокой заморозки и размороженное Frozen, frozen, frozen and deep-frozen cattle meat	43,0	38,6	36,0	41,6	43,2	51,7	49,9	56,5
Свинина парная, остывшая, охлажденная Pork steam, cooled, cooled	755	815	942	1232	1438	1655	1947	2158
Свинина подмороженная, замороженная, глубокой заморозки и размороженная Frozen pork, frozen, deep-frozen and thawed	57,6	61,6	58,5	67,5	97,1	108	94,8	232
Мясо и субпродукты пищевые домашней птицы Meat and edible offal of poultry	2774	3028	3405	3610	3979	4340	4464	4839
в том числе: | including:								
мясо парное, остывшее, охлажденное и субпродукты пищевые домашней птицы fresh, cooled, cooled meat and edible poultry by-products	1669	1777	2097	2230	2456	2715	2866	3014
мясо подмороженное, замороженное, глубокой заморозки и размороженное и субпродукты пищевые домашней птицы frozen, deep-frozen and thawed meat and edible poultry by-products	1061	1240	1293	1368	1508	1604	1575	1303
Изделия колбасные | Sausage products	2439	2486	2533	2502	2475	2445	2436	2255

Таблица 2.

Доля импортных поставок мяса и мясных продуктов в Россию,% [7]

Table 2.

Share of imported meat and meat products to Russia,% [7]

Показатель | Indicator	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Мясо и птица, включая субпродукты Meat and poultry, including offal	43,8	38,2	33,7	30,0	30,3	26,2	19,6	13,4	11,0	10,5
Говядина, включая субпродукты Beef, including offal	61,7	61,8	64,5	59,5	59,9	59,0	57,3	48,1	40,0	40,9
Свинина, включая субпродукты Pork, including offal	56,5	41,6	46,8	42,8	41,3	31,0	16,6	12,5	9,6	9,6
Мясо птицы, включая субпродукты Poultry meat, including offal	33,3	26,1	18,2	12,5	14,0	12,8	10,0	5,5	5,0	4,4
Консервы мясные | Canned meat	18,8	16,5	17,1	22,0	25,1	20,0	13,7	9,0	7,5	7,3
Изделия колбасные | Sausage products	1,1	1,3	1,3	1,7	3,4	3,2	2,2	1,0	1,5	1,7

Стоит отметить, что производство мяса в нашей стране остается значительно ниже имеющегося потенциала [2].

Все это доказывает наличие серьезных сдерживающих факторов, на которые современным управленческим структурам и отраслевым производственным объединениям стоит обратить внимание.

В контексте отмеченного, на наш взгляд, стоит подчеркнуть, что современное финансовое положение товаропроизводителей животноводческой отрасли не позволяет им осуществлять самостоятельно комплексную модернизацию, особенно в условиях постоянного роста цен на импортную технику, неэффективной государственной поддержки.

Основными проблемами, сдерживающими развитие животноводства РФ, являются:

– неконкурентоспособность продукции по причине высоких удельных затрат ресурсов – кормов, времени, труда, энергии, обслуживание животных, а также характерны относительно низкие показатели продуктивности и воспроизводства животных, технического оснащения и использования современных ресурсосберегающих технологий особенно кормов и энергии. Сдерживающим фактором является низкая степень адаптации и внедрения международных стандартов в области менеджмента качества (ISO);

– низкая производительность труда по сравнению со странами, где мясное животноводство развито [3, 5].

Уровень государственной поддержки в нашей стране в 2,0–2,5 раза ниже по сравнению со странами с развитым животноводством (господдержка на 1 га земельных угодий в странах ЕС, в среднем, оценивается до 800 долл., а в РФ – 400–600 р.

Из-за высоких удельных затрат ресурсов на производство продукции, обусловленных низким уровнем технической оснащенности объектов и высокими ценами, сохраняется низкая рентабельность производства продукции (уровень рентабельности, включая субсидии, составляет до 10%) и убыточность говядины. В целом по стране на одну условную голову (без свиней и птицы) при расчетной потребности в 12,4 ц кормовых единиц на текущий момент (конец 2018 г.) имеется в наличии 13,6 ц кормовых единиц грубых и сочных кормов. Обеспеченность грубыми кормами в кормовых единицах составила 19,9 млн т (110,8% от потребности), в том числе: сена – 11,9 млн т (106,6% от потребности), сенажа – 6,5 млн т (121,4% от потребности), соломы – 1,6 млн т (104,6% от потребности). Обеспеченность сочными кормами в кормовых единицах составила 4,6 млн т (104,1% от потребности) [1, 4].

Интенсивное развитие птицеводства и свиноводства требует все возрастающего объема высокопротеиновых наполнителей комбикормов, которых в России производится недостаточно, и в настоящее время сохраняется зависимость от импортных поставок белковых концентратов (соевого шрота, синтетических аминокислот). Недостаточен уровень обеспеченности квалифицированными кадрами (неэффективность системы обучения рабочих и специалистов со средним образованием). Остается открытым вопрос защиты российского товаропроизводителя посредством таможенного регулирования и квотирования. Все эти вопросы требуют глубокой проработки и конкретных действенных мер по их решению [5, 10].

Анализ состояния технического оснащения объектов животноводства в хозяйствах всех форм собственности современными средствами

механизации и автоматизации показывает, что до последнего времени во всех формах хозяйствования остаются крайне низкими: уровень оснащенности объектов новой техникой и энерговооруженности труда; применение ресурсосберегающих технологий; обеспеченность ферм механизаторами; надежность энергообеспечения; масштабы разработки и объемы производства новой техники. Показатели качества, надежности, долговечности выпускаемой техники не соответствуют требованиям современного производства и не позволяют осуществлять массовое применение ресурсосберегающих технологий. В нашей стране по-прежнему сохраняется высокая зависимость от поставок зарубежной техники, стоимость которой в 1,5–2,5 раза выше отечественных образцов. Решение проблемы может быть обеспечено за счет восстановления отечественного специализированного машиностроения и базы ремонта техники.

Для успешного решения задач, связанных с реализацией программы импортозамещения и ориентацией современного животноводческого сектора мясопродуктового подкомплекса в тренд устойчивого развития, на наш взгляд, требуется обратить внимание и реализовать следующий комплекс мер:

- выделить, обосновать и реализовать в рамках госпрограммы развития сельского хозяйства на 2013–2020 гг. систему мероприятий, которые бы целенаправленно работали на проведение модернизации предприятий мясного животноводства в контексте повышения их инновационности и ресурсоэффективности;
- для увеличения производства продукции животноводства необходимо увеличить выпуск высококачественных полнорационных кормов, сбалансированных в плане пищевой, энергетической и биологической ценности. Целесообразно разработать специальную подпрограмму в рамках госпрограммы по грубым, сочным кормам, комбикормам, а также белково-витаминным и минеральным добавкам;
- для проведения комплексной модернизации животноводческого производства необходимо уделить особое внимание инвестиционному инструментарию. В плане данного мероприятия государство в лице исполнительных органов власти должно создать оптимальные условиях для плодотворного взаимодействия между инвесторами и потенциальными клиентами (сельскохозяйственные предприятия), выступить в роли модератора, гаранта и страховщика исполнения всех обязательств и договоренностей. Инвесторы нуждаются в высоких гарантиях и надежности успеха реализации таких финансоемких проектов, как строительство новых и модернизация действующих животноводческих объектов, а государство имеет для этого все необходимые ресурсы (финансовые, нормативные, законодательные, административные) и требуется политическая воля и логический ход действий;
- субсидировать возмещение затрат на создание, модернизацию, техническое и технологическое перевооружение отрасли из федерального (20–35%) и региональных (20–25%) бюджетов;
- создавать за счет региональных бюджетов эффективные каналы сбыта продукции, в том числе крестьянских (фермерских) хозяйств и личных подсобных хозяйств;
- проводить госзакупки агропромышленного комплекса исключительно у отечественных товаропроизводителей определенного типа и категории продукции;
- уделять должное внимание поддержке проектов в области племенного дела и селекционной работы в рамках реализации мероприятий госпрограммы до 2020 гг.;
- продолжить выплачивать субсидии на возмещение части затрат по наращиванию поголовья животных;
- увеличить размер субсидий из федерального и региональных бюджетов на 1 кг реализованного и/или отгруженного на собственную переработку мяса;
- увеличить размеры и обеспечить освоение субсидий из федерального бюджета на возмещение части процентной ставки по краткосрочным и инвестиционным кредитам (займам) на развитие животноводства и переработку продукции, развитие инфраструктуры и логистического обеспечения рынков продукции животноводства;
- увеличить субсидии на возмещение части затрат на уплату страховой премии, начисленной по договору сельскохозяйственного страхования в области животноводства;
- обосновать и прописать четкий план действий, направленный на реализацию проектов в области модернизации и реконструкции отраслевой сферы мясного животноводства на период до 2025 г.;
- разработать систему мер и активизировать процесс по созданию в регионах животноводческих промышленных объединений на базе реализации принципов и подходов интеграционно-кооперационного взаимодействия;

- принять меры по стимулированию прикладных научных разработок в области технико-технологического обеспечения животноводческой отрасли АПК с повсеместным внедрением экономически обоснованных инженерных решений инновационного и ресурсоориентированного типа [3–6, 10, 15, 16].

Заключение

В ходе проведенного исследования было установлено, что животноводческая отрасль мясопродуктового подкомплекса АПК является важных структурным элементом развития всего продовольственного рынка страны, который обеспечивает непрерывность и эффективность функционирования всей функционально-технологической продуктовой вертикали. Несмотря на серьезную деградацию, которую отрасль претерпела в реформенный период 1990-х годов прошлого столетия, за последнее время (6–7 лет) она приобрела устойчивый тренд поступательного развития в направление эффективности и конкурентоспособности. Благодаря реализации целевых программных мероприятий на государственном уровне за последнее время было открыто много современных животноводческих комплексов и реконструировано большое количество действующих предприятий, но несмотря на это еще имеются хозяйства, которым присущи достаточно острые проблемы системного характера: низкие показатели эффективности; высокие издержки производства; большой износ технических средств, зданий и сооружений; низкое качество выпускаемой продукции и, как следствие, высокая себестоимость, низкая конкурентоспособность и финансовая устойчивость предприятия.

Анализ структуры производства мяса по видам показал, что основное промышленное производство животноводства сосредоточено исключительно на наращивании производственных мощностей в отраслях птицеводства и свиноводства. Все это обусловлено рядом причин: на современном потребительском рынке птица и свинина пользуется большей популярностью по причине ценового фактора (данное мяса наиболее дешевое), открытие производства данного вида мяса требует меньших капитальных вложений, имеет относительно небольшой срок окупаемости, обеспечивает более высокие и стабильные доходы в сезон кризисных явлений и снижения покупательской способности населения. Проекты, реализуемые в данной сфере имеют более высокие показатели эффективности. Все это свидетельствует от том, что современное промышленное производство испытывает некий дисбаланс относительно категорий продуктового сегмента, в результате чего продовольственный рынок испытывает дефицит мяса говядины и перерабатывающие предприятия вынуждены осуществлять импортные поставки, что идет в противовес политики импортозамещения.

В контексте наращивания производственных мощностей по производству свинины и птицы, а также проведения реконструкции и масштабной технико-технологической модернизации животноводческих предприятий стоит отметить, что реализация подобного рода проектов проходила и проходит под пристальным вниманием и при поддержке со стороны органов государственного управления. Отмечен факт усиления роли крупных промышленных объединений в активизации тренда, формирующего развитие не только отрасли животноводства, но и всего мясопродуктового подкомплекса. Стоит подчеркнуть, что современное финансовое положение товаропроизводителей животноводческой отрасли, низкий уровень рентабельности продукции не позволяет им осуществлять самостоятельно техническое оснащение и модернизацию, особенно в условиях постоянного роста цен на приобретаемую, главным образом, импортную технику без действенной государственной поддержки и выделения целевых дотаций. Без осуществления этих мероприятий не может быть обеспечена ни продовольственная безопасность страны, ни достигнут необходимый уровень конкурентоспособности производимой продукции, ни улучшение социально-экономической ситуации в данном секторе народного хозяйства. Отметим, что в нашей стране по-прежнему сохраняется высокая зависимость от поставок зарубежной техники, стоимость которой в 1,5–2,5 раза выше отечественных образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Алиев Х.А. Современное состояние и конкурентоспособность мясной промышленности // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2017. № 35. С. 37.

2 О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 года № 717.

3 Иванов Ю.А., Морозов Н.М Основные положения стратегии развития механизации и автоматизации животноводства // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2015. № 2 (18). С. 4–12.

4 Морозов Н.М., Рассказов А.Н. Анализ развития животноводства в России // Вестник ВНИИМЖ. 2016. № 2 (22). С. 126–133.

5 Морозов Н.М. Методология модернизации животноводства // Вестник ВНИИМЖ. 2016. № 2(22). С. 67–79.

6 Улезько А.В., Котарев А.В., Тютюников А.А. Развитие ресурсной базы регионального рынка мяса крупного рогатого скота: монография. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. 152 с.

7 Официальный портал Федеральной службы государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/

8 О мерах по реализации указов Президента РФ от 06.08.2014 г. № 560: постановление Правительства РФ от 07.08.2014 г. № 778. URL: http://base.garant.ru/70712500/#ixzz5XxlLDTGI

9 Производство мяса в России в 2017 г. в хозяйствах всех категорий. URL: https://www.moshol14.ru/press-centr/novosti-rynka/proizvodstvo-myasa-2017/

10 Рассказов А.Н. Проблемы животноводства в России // Вестник ВНИИМЖ. 2017. № 1(25). С. 97–100.

11 Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России до 2030 г.: распоряжение Правительства РФ от 07.07.2017 г. № 1455-р. URL: http://static.government.ru/media/files/Ba4B6YDTiuOitleLkDQ05MCbz4WrfZjA.pdf

12 О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства: указ Президента РФ от 21.07.2016 г. № 350. URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71350102/

13 О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности России: указ Президента РФ от 06.08.2014 г. № 560. URL: http://base.garant.ru/70712500/#ixzz5XxmHAGUp

14 Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства РФ на 2017–2025 гг.: постановлением Правительства РФ от 25.08.2017 г. № 996. URL: http://base.garant.ru/71755402/#ixzz5XwpOWgzL

15 Van Asselt M. et al. Risk perceptions of public health and food safety hazards in poultry husbandry by citizens, poultry farmers and poultry veterinarians // Poultry science. 2017. V. 97. № 2. P. 607–619.

16 Janssen M., Roediger M., Hamm U. Labels for animal husbandry systems meet consumer preferences: Results from a meta-analysis of consumer studies // Journal of Agricultural and Environmental Ethics. 2016. V. 29. №. 6. P. 1071–1100.

REFERENCES

1 Aliyev H.A. the Current state and competitiveness of the meat industry. Management of economic systems: electronic scientific journal. 2017. no. 35. pp. 37. (in Russian).

2 On the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets: Decree of the Government of the Russian Federation of July 14, 2012 no. 717. (in Russian).

3 Ivanov Yu.A., Morozov N.M The Main provisions of the strategy for the development of mechanization and automation of livestock. Bulletin of the All-Russian Research Institute of Animal Husbandry Mechanization. 2015. no. 2 (18). pp. 4–12. (in Russian).

4 Morozov N.M. Stories A.N. Analysis of the development of farming in Russia. Bulletin of VNIIMI. 2016. no. 2 (22). pp. 126–133. (in Russian).

5 Morozov N.M. Methodology the modernization of livestock production. Bulletin of VNIIMI. 2016. no. 2 (22). pp. 67–79. (in Russian).

6 Oleshko A.V., Kosarev A.V., Tutunnikov A.A. Development of the resource base of the regional market of meat of cattle: a monograph. Voronezh, Voronezh State Agrarian University, 2012. 152 p. (in Russian).

7 Official portal of the Federal state statistics service. Available at: http://www.gks.ru/ (in Russian).

8 On measures to implement the decrees of the President of the Russian Federation of 08/06/2014 no. 560: Decree of the Government of the Russian Federation of 08/07/2014 no. 778. Available at: http://base.garant.ru/70712500/#ixzz5XxlLDTGI (in Russian).

9 Meat Production in Russia in 2017 in farms of all categories. Available at: https://www.moshol14.ru/press-centr/novosti-rynka/proizvodstvo-myasa-2017/ (in Russian).

10 Rasskazov A.N. Problems of livestock farming in Russia. Bulletin of VNIIMI. 2017. no. 1 (25). pp. 97–100. (in Russian).

11 Strategy for the development of agricultural engineering in Russia until 2030: Decree of the Government of the Russian Federation of 07.07.2017, no. 1455 p. Available at: http://static.government.ru/media/files/Ba4B6YDTiuOitleLkDQ05MCbz4WrfZjA.pdf (in Russian).

12 On measures to implement the state scientific and technological policy in the interests of agricultural development: Decree of the President of the Russian Federation of July 21, 2016 no. 350. Available at: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71350102/ (in Russian).

13 On the application of certain special economic measures to ensure the security of Russia: Decree of the President of the Russian Federation of August 6, 2014 no. 560. Available at: http://base.garant.ru/70712500/#ixzz5XxmHAGUp (in Russian).

14 Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture of the Russian Federation for 2017–2025: Decree of the Government of the Russian Federation of 08.25.2017 no. 996. Available at: http://base.garant.ru/71755402/#ixzz5XwpOWgzL (in Russian).

15 Van Asselt M. et al. Risk perceptions of public health and food safety hazards in poultry husbandry by citizens, poultry farmers and poultry veterinarians. Poultry science. 2017. vol. 97. no. 2. pp. 607–619.

16 Janssen M., Roediger M., Hamm U. Labels for animal husbandry systems meet consumer preferences: Results from a meta-analysis of consumer studies. Journal of Agricultural and Environmental Ethics. 2016. vol. 29. no. 6. pp. 1071–1100.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина П. Богомолова д.э.н., профессор, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, uopioe@yandex.ru

Александр В. Котарев к.э.н., доцент, кафедра управления и маркетинга в АПК, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, kotarew@gmail.com

Ирина Н. Василенко к.э.н., доцент, кафедра управления. Организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Irina_NW@bk.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina P. Bogomolova Dr. Sci. (Econ.), professor, management, organization of production and branch economy department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, uopioe@yandex.ru

Alexander V. Kotarev Cand. Sci. (Econ.), associate professor, management and marketing in agriculture department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia, kotarew@gmail.com

Irina N. Vasilenko Cand. Sci. (Econ.), associate professor, management, organization of production and branch economy department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Irina_NW@bk.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 17.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.05.2019

RECEIVED 4.17.2019

ACCEPTED 5.20.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 360

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-312-319

Экономическая эффективность «экологического здоровья» региона

Галина С. Мерзликина [1] merzlikina@vstu.ru

1 Волгоградский государственный технический университет, пр т Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследования возможности оценки экономической эффективности «экологического здоровья» региона. Предложено новое содержание понятия «экологическое здоровье» региона, это состояние, при котором все системы региона выполняют свои функции и позволяют достичь баланса, динамического равновесия с окружающей средой. Выделены главные функции (экономическая и экологическая) и определены критерии экологического здоровья региона: осуществление затрат на природоохранные мероприятия (достаточность, динамика), увеличение финансового результата (возможно за счет эксплуатации природоохранных объектов), наличие специалистов в области эколого-экономического управления, осуществление исследований и разработок, направленных на охрану окружающей среды, возможность реализации «чистой» экологичной продукции, реализация «чистых» технологий и использование «чистого оборудования», инвестирование в основной капитал на природоохранные мероприятия (очистные сооружения), измерение и оценка эколого-экономической эффективности, измерение и оценка ущерба, платы за загрязнение, налоговое планирование; измерение отходов, выбросов, стоков; оценка уровня и динамики их утилизации, использования, измерение и оценка параметров окружающей среды, возможность осуществления наблюдения (технические средства наблюдения и оценки); измерение «количества» экологического здоровья. Представлены результаты попытки оценки экономической эффективности экологического здоровья трех регионов ЮФО: Астраханской, Волгоградской и Ростовской областей на основе известных статистических показателей. Определено, что используемые в настоящее время показатели носят «симптоматический», не «причинностный» характер, оценить эффективность природоохранных текущих и капитальных затрат, не позволяют определить необходимый уровень эколого-экономической эффективности. Проведен анализ научных публикаций по оценке экологического состояния (экологического здоровья) региона. Выявлено, что в большинстве научных разработок используются те же «симптоматические» показатели, которые не позволяют объективно оценить экономическую эффективность «экологической деятельности». Обоснована необходимость формирования аналитической платформы показателей экономической эффективности экологического здоровья региона.

Ключевые слова: экономическая эффективность, регион, экологическая деятельность, затраты на охрану окружающей среды, экологическое здоровье региона

Economic efficiency of "ecological health" of the region

Galina S. Merzlikina [1] merzlikina@vstu.ru

1 Volgograd State Technical University, Lenin Ave., 28, Volgograd, 400005, Russia

Abstract. The results of the study of the possibility of assessing the economic effectiveness of the "environmental health" of the region are presented. A new content of the concept of "ecological health" of the region is proposed, is a state in which all systems of the region perform their functions and allow achieving a balance, of dynamic equilibrium with the environment. The main functions (economic and environmental) are identified and the environmental health criteria of the region are identified: the implementation of environmental protection costs (adequacy, dynamics), the increase in financial results (possibly due to the operation of environmental facilities), the availability of specialists in the field of environmental and economic management, research and developments aimed at protecting the environment, the possibility of selling "clean" environmentally friendly products, the implementation of "clean" technologies and the use of "clean equipment ", investing in fixed assets for environmental protection measures (treatment facilities), measuring and evaluating environmental and economic efficiency, measuring and assessing damage, pollution charges, tax planning; measurement of waste, emissions, effluents; assessment of the level and dynamics of their disposal, use, measurement and assessment of environmental parameters, the possibility of monitoring (technical means of monitoring and evaluation); measuring the "quantity" of environmental health. The results of an attempt to assess the economic efficiency of environmental health in three regions of the Southern Federal District: Astrakhan, Volgograd and Rostov regions on the basis of known statistical indicators are presented. It is determined that the indicators currently used are of a "symptomatic", not a "causal" nature, to assess the effectiveness of environmental current and capital costs, do not allow to determine the necessary level of environmental and economic efficiency. The analysis of scientific publications on the assessment of the ecological state (ecological health) of the region is carried out. It was revealed that in most scientific developments the same "symptomatic" indicators are used that do not allow an objective assessment of the economic efficiency of "environmental activities". The necessity of forming an analytical platform of indicators of economic efficiency of the ecological health of the region is substantiated.

Keywords: economic efficiency, region, ecological activities, costs of ecological protection, ecological health of the region

Введение

Одна из глобальных проблем настоящего времени – экологическое развитие, экономическое развитие с учетом экологического фактора, поскольку именно экология находит свое отражение во всех сферах жизни, и именно экологически устойчивое экономическое развитие будет определять и устойчивое развитие государства, бизнеса, региона [1–3]. В конце 80-х годов появилась новая междисциплинарная область знаний – экологическая экономика, занимающаяся изучением взаимосвязи между экологическими и экономическими системами. Экологическая экономика представляет собой синтез традиционной неоклассической и ресурсной экономической

Для цитирования

Мерзликина Г.С. Экономическая эффективность «экологического здоровья» региона // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 312–319. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-312-319

For citation

Merzlikina G.S. Economic efficiency of "ecological health" of the region. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 312–319. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-312-319

теории в сочетании с оценкой воздействия на окружающую среду (ОВОС), с одной стороны, и экономикой природопользования с ОВОС и традиционной экологией, с другой. Создано и эффективно функционирует Российское общество экологической экономики, объединяющее российских учёных, занимающихся проблематикой на стыке экономической науки и экологии. Конкретные исследования в рамках экологической экономики включают анализ экологических пределов экономического роста, и эколого-экономическое моделирование, и анализ формирования экологических кластеров, развития экосистем, предполагают поиск инструментов оценки и эффективного баланса между экологией и экономикой [4–7].

В современных условиях интенсивное использование природных ресурсов и активное наращивание производства в определенной степени сдерживает устойчивое социально-экономическое развитие. Особенно эта проблема проявляется в региональной экономике. Промышленно-хозяйственные агломерации региона формируют индивидуальную специфическую «картину» состояния эколого-экономического развития региона: высокая территориальная концентрация предприятий различных отраслей, производственная инфраструктура, с одной стороны, содействуют эффективному росту экономики региона, но с другой – формируют значимую и трудноуправляемую экологическую нагрузку. Поставленная цель – устойчивое развитие региона предполагает решение важнейшей задачи – поиска баланса между экономической успешностью и экологическим здоровьем региона [8,9]. И то и другое требует инновационных, инвестиционных и финансовых решений. Поэтому в условиях ограниченности ресурсов необходим поиск оптимального решения. Росстат, в том числе и его региональные представительства, отслеживает общее количество загрязнений, выбросы в атмосферу, в водные поверхности, величину отходов производства (в региональном разрезе, по отраслям и видам хозяйственной деятельности в натуральных единицах, тоннам и метрах кубических), текущие затраты на охрану окружающей среды (в фактически действующих ценах!), величину инвестиций в основной капитал на охрану окружающей среды. Все перечисленные показатели – «симптоматические», то есть только фиксируют происшедшее (симптомы) – величину загрязнений и величину затрат. Показатели, косвенно отражающие эффективность инвестиций на охрану окружающей среды, отсутствуют, а показатели экономической эффективности с учетом или без учета экологического фактора «разбросаны» по разным разделам и не позволяют оценить реальный вклад и «отдачу» экологических затрат. Отсутствие инструментов оценки экономической эффективности экологического здоровья затрудняет принятие решений. Любое управление требует правильного, обоснованного и объективного инструментария, в данном случае – показателей экономической эффективности экологического здоровья. Существующие показатели «охраны окружающей среды» носят «симптоматический» характер.

Результаты и обсуждение

Экологическое здоровье региона. Устойчивое развитие предполагает основные составляющие – экономическую и экологическую. Любая деятельность сегодня должна осуществляться с условием экологических ограничений, необходимых для обеспечения потребностей будущих поколений. Улучшение окружающей среды – важнейший элемент общего экономического развития страны, в системе «экономика-среда» не может быть отдано предпочтений ни тому, ни другому [10]. Важно, что экологии необходим экономический взгляд на проблему взаимоотношений человека и природы на основе системы категорий экономической теории как науки о принципах рационального выбора в условиях ограниченности благ и ресурсов [11]. Опыт Германии показывает, что экологические цели развития промышленного предприятия (именно промышленные предприятия в нашей стране формируют наибольшую экологическую нагрузку) в настоящее время являются приоритетными, экономические результаты должны идти в их фарватере.

Мировые тенденции доминирования экологического развития нашли свое отражение и в экономическом развитии региона/ов. Именно регион представляет собой целостную сложную эколого-экономическую систему, динамичное развитие которой затрагивает интересы и бизнеса, и населения, и окружающей среды (сохранение), поэтому столь важно оценивать и управлять «экологическим здоровьем» региона.

Всемирная организация здравоохранения в 1998 году приняла (а в 2001 году уточнила) определение здоровья как свойства (состояния) индивида выполнять свои функции в условиях изменяющихся условий внешней и внутренней среды и отсутствие болезней и дефектов.

Перефразируя известное толкование понятия «здоровье», сформулируем понятие «экологическое здоровье» региона – это состояние, при котором все системы региона (производственная, социальная, инновационная, финансовая, инвестиционная) способны выполнять свои функции и взаимодействуют, что позволяет достичь баланса, динамического равновесия с окружающей средой. Уровни экологического здоровья следует различать: индивидуальный (конкретного хозяйствующего субъекта, предприятия, организации), региональный (отдельного региона, территории), национальный (конкретной страны).

Определяя экологическое здоровье региона нельзя «отрывать» его от конкретных предприятий (организаций), присутствующих на данной территории (таблица 1). Опираясь на концептуальные положения показателей здоровья (по медико-социальным исследованиям), экологическое здоровье следует определять результатом реализации функций отдельным предприятием и регионом: экономической (управление финансами, управление персоналом, исследования и разработки, маркетинг, производство, управление эффективностью) и экологической (управление отходами, выбросами, стоками; мониторинг параметров окружающей среды).

Таблица 1.

Критерии оценки экологического здоровья региона

Table 1.

Criteria for the ecological health of the region

Функция Function	Критерий Criteria
Экономическая | Economic – управление финансами – financial management – управление персоналом – personnel management – исследования и разработки – Research and development – маркетинг – marketing – производство – production – управление экономической эффективностью – management of economic efficiency – оценка возможного ущерба, платы за загрязнение, экологического налога – evaluation of possible damage, pollution charges, ecological tax	Осуществление затрат на природоохранные мероприятия (достаточность, динамика) Implementation of the costs of environmental measures (sufficiency, dynamics) Увеличение финансового результата (возможно, за счет эксплуатации природоохранных объектов) | Increased financial result (possibly, due to the operation of environmental facilities) Наличие специалистов в области эколого-экономического управления The presence of experts in the field of environmental and economic management Осуществление исследований и разработок, направленных на охрану окружающей среды | Implementation of research and development aimed at protecting the environment Возможность реализации «чистой» экологичной продукции The possibility of selling "clean" eco-friendly products Использование «чистых» технологий и использование «чистого оборудования», инвестирование в основной капитал на природоохранные мероприятия (очистные сооружения) | Using of "clean" technologies and the use of "clean equipment", investing in fixed assets for ecological protection measures (sewage treatment plants) Измерение и оценка эколого-экономической эффективности Measurement and evaluation of ecological and economic efficiency Измерение и оценка ущерба, платы за загрязнение, налоговое планирование Measuring and assessing damage, pollution charges, tax planning
Экологическая | Ecological – управление отходам, выбросами, стоками – management of waste, emissions, effluent – мониторинг параметров окружающей среды – monitoring of ecological parameters	Измерение отходов, выбросов, стоков; оценка уровня и динамики их утилизации, использования | Measurement of waste, emissions, waste; assessment of the level and dynamics of their disposal, use Измерение и оценка параметров окружающей среды, возможность осуществления наблюдения (технические средства наблюдения и оценки); измерение «количества» экологического здоровья | Measurement and assessment of ecological parameters, the possibility of observation (technical means of monitoring and evaluation); measuring the "quantity" of ecological health

Большая часть критериев экологического здоровья региона не требует пояснений, их содержание понятно. Особо следует отметить два критерия. Возможность реализации «чистой» экологичной продукции. Данный критерий необходим потому, что зачастую «чистая» продукция дороже обычной, аналогичной и возможны проблемы с ее реализацией (может быть, необходимы особые усилия и приемы для продвижения такого товара). Измерение «количества» экологического здоровья. Критерий необычный, но известный. В данном случае предполагает оценку возможности и региона, и предприятий региона «переносить» экстремальные внешние нагрузки (природные и техногенные катастрофы), предполагает оценку

своего рода запаса прочности экологического здоровья. Такой критерий необходим и потому, что, реализуя идеальную «чистую» технологию, используя идеальное «чистое» оборудование, всегда присутствует риск кризисных ситуаций (требующих и затрат, и ресурсов на их сдерживание и преодоление, и последующее восстановление).

Следует отметить, что предложенные критерии оценки экологического здоровья региона предполагают безусловную оценку экономической эффективности экологического здоровья и отдельных предприятий (организаций), своего рода «зон ответственности» экологического здоровья. Определение эколого-экономической эффективности должно предполагать реализацию классического принципа оценки экономической эффективности – сопоставление результата и ресурсов (или затрат). Просто измерение и констатация величины выбросов интересны только в динамике (желательно понижательной); необходимо оценить, насколько эффективны осуществляемые затраты, насколько эффективны инвестиции в основной капитал (на очистные сооружения и чистые технологии). Оценку экологических результатов следует производить с точки зрения экономики, экономической эффективности, целесообразности, результативности.

Попробуем оценить экологическое здоровье некоторых регионов, опираясь на информацию, статистически наблюдаемую и измеряемую. Нами были выбраны три региона ЮФО: Астраханская, Волгоградская и Ростовская области. Регионы отличаются по величине валового регионального продукта, по структуре экономической деятельности, пространственным характеристикам, уровню развития стационарных и передвижных источников загрязнений (предприятия производства и транспорт), но, возможно, это типичные представители регионов. Проведен компаративный анализ доступной информации. Нет необходимости приводить всю общедоступную информацию, представленную на сайте Росстата. Рассмотрим основные показатели. По выбросам в атмосферу загрязняющих веществ в 2018 году лидирует Астраханская область (1328,0 тыс. т), далее Ростовская (535,8 тыс. т) и Волгоградская (457,5 тыс. т). Сопоставляя данные одного года, трудно оценить реальное положение дел, тем более что величина выбросов по последним пяти годам по этим же регионам изменялась по-разному, устойчивая динамика снижения или увеличения отсутствует. Объяснить причины происходящего влиянием промышленно-индустриальной инфраструктуры, промышленности, тепловой энергетики, химической промышленности, переработки нефти, тяжелой металлургии, машиностроения на экосистему вследствие устаревшего оборудования и его износ, наверное, недостаточно [12].

Текущие затраты на охрану окружающей среды растут ежегодно по всем трем регионам, но измеряются они в фактически действующих ценах, что затрудняет и искажает реальную оценку динамики этого показателя. Крайне нестабильны инвестиции в основной капитал на природоохранные мероприятия. Автор статьи вынуждена привести цифровой фактический материал (таблица 2), причем изменение сумм инвестиций отмечено по всем трем регионам. Оценить достаточность и отдачу этих инвестиций невозможно.

Таблица 2.

Инвестиции в основной капитал на природоохранные мероприятия

Table 2.

Investment in fixed assets for environmental protection measures

Область | Region	Год | Year				
	2013	2014	2015	2016	2017
Астраханская, млн р. | Astrakhan, million rubles	4096,4	313,1	654,9	301,8	264,7
Волгоградская, млн р. | Volgograd, million rubles	910,7	5770,4	6931,3	3196,8	1375,3
Ростовская, млн р. | Rostov, million rubles	Н.д.	264,2	309,4	294,5	323,9

Составлено автором по [13].

Несмотря на наличие значимых текущих затрат на охрану окружающей среды и инвестиции в основной капитал на природоохранные мероприятия, выбросы, например, в атмосферу по регионам или сохраняются, или уменьшаются, но доля уловленных выбросов практически на одном и том же уровне (таблица 3).

Не менее интересна информация о «пропорциях» текущих затрат на охрану окружающей среды (таблица 4), расчеты выполнены и проведено сопоставление автором по фактическим данным Росстата.

Таблица 3.

Выбросы в атмосферу от стационарных источников

Table 3.

Air emissions from stationary sources

Область | Region	Год | Year				
	2013	2014	2015	2016	2017
Астраханская, тыс. т | Astrakhan, thousand tons	130,5	118,2	118,6	126,8	102,8
Астраханская, уловлено выбросов в атмосферу, % от общего количества Astrakhan, captured emissions, % of the total	7,7	5,1	4,7	5,7	5,4
Волгоградская, тыс. т | Volgograd, thousand tons	172,8	153,5	160,0	161,4	138,0
Волгоградская, уловлено выбросов в атмосферу, % от общего количества Volgograd, captured emissions, % of the total	57	52	57	50	52
Ростовская, тыс. т | Rostov, thousand tons	192,6	192,1	164,9	169,1	194,9
Ростовская, уловлено выбросов в атмосферу, % от общего количества Rostov, captured emissions, % of the total	85,1	86,4	85,6	85,3	85,7

Составлено автором по [13].

Таблица 4.

Сопоставление доли текущих затрат на охрану окружающей среды и доли выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в 2018 году

Table 4.

Comparison of the share of current costs for environmental protection and the share of air emissions of pollutants in 2018

	Доля текущих затрат на охрану окружающей среды (на охрану атмосферного воздуха) Share of current expenses for ecological protection (for atmospheric air protection)	Доля выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в общем объеме загрязнений The share of pollutant emissions into the atmosphere in total pollution
Российская федерация Russian Federation	17,6	52,8
ЮФО SFD	11,9	38,9
Астраханская область Astrakhan region	9,2	24,7
Волгоградская область	33,6	31,6
Ростовская область	5,3	10,6

Составлено автором по [13].

Величина текущих затрат на охрану окружающей среды, например, на охрану атмосферного воздуха никак не соответствует (по всем трем регионам) величине выбросов в атмосферу. По существу, структура выбросов (в атмосферу, водные поверхности, отходы) должна «диктовать» направление расходования средств. Однако это не так.

Вывод об экологическом здоровье трех регионом по традиционным статистически измеряемым и статистически наблюдаемым показателям – размытый: работа ведется, фиксируются выбросы, загрязнения, текущие затраты и инвестиции, а связи с результативностью, эффективностью осуществляемых экологических мероприятий не просматривается. Иногда, оценивая результат по официальным данным, говорят о недостоверности информации. Скорее всего, проблема не в недостоверности информации, а в ее представлении (как по перечню показателей, так и по периоду наблюдения):

- часть информации по выбросам представляется в фактически действующих ценах, что затрудняет определение и оценку динамики, не учитывает инфляции, искажает результат;
- информация о результатах природоохранных мероприятий «разбросана» по различным разделам отчетности, требуется ее централизовать и систематизировать;
- экологическая отчетность по регионам, федеральным округам важна и необходима, но, давая «портретное» представление о статусе, состоянии дел, теряется главный участник экологических мероприятий (как формирующий загрязнение, так и пытающийся его нивелировать), отсутствуют показатели экологической отчетности и эффективности региональных хозяйствующих субъектов.

Необходим специальный состав аналитической отчетности, где в представленной информации «сталкивались» бы «требуемое» и «реализуемое» – направление средств и результат использования средств. Тогда путь от

«тяжелых» экологических затрат к результату (экономической эффективности деятельности, предполагающей чистые технологии) будет ясным и четким. И обязателен учет временного лага (любые затраты и текущие, и капитальные необходимо измерять в сопоставимых ценах и за определенный период).

Система экологической отчетности должна быть выстроена от конкретного предприятия, района (территории присутствия), города, области, региона до федерального округа и страны в целом. Таким образом, требуется новая платформа показателей экономической эффективности экологической деятельности как хозяйствующих субъектов, так и регионов.

Попытки оценить экологическое состояние региона/ов есть, но их немного. В марте 2009 года издан первый справочник, в котором приведена комплексная оценка и рейтинги экологической эффективности предприятий двух стран. Группы показателей, на основе которых проведено сравнение эффективности предприятий, – экологическая эффективность: экологические воздействия и их изменения; энергетическая эффективность: потребление энергии; экономическая эффективность: выручка в единицу времени или на одного работника) [14]. Таким образом, показатели основаны на статистической информации и представляют собой «симптоматические» показатели.

Авторами предложено для оценки эколого-экономического развития региона использовать систему показателей (статистических): показатели качества окружающей среды (выбросы, сбросы, улавливание и др.), показатели экономических затрат для экологически благоприятной обстановки (инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды) [15]. И все.

Отмечая необходимость реализации государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года, особое внимание должно быть уделено совершенствованию эколого-экономического инструментария повышения эффективности принятия управленческих решений на уровне промышленных предприятий. Действительно, важно получать достоверную и подтверждаемую данными экологическую информацию. На основе статистической информации предлагается формировать экологические рейтинги, которые могут поощрять предприятия за вклад в соблюдение экологических нормативов и общее снижение нагрузки на окружающую среду, заботу о здоровье работников предприятия и населения региона. Проблема рейтингов – они должны отражать экологическую эффективность и органов исполнительной власти, и предприятий-природопользователей на соответствующих территориях посредством критериев, определяемых на основе системы объективных показателей и индикаторов. Предложено в системе рейтинговой оценки показатели оценки экологической эффективности разделять на две категории: показатели экологической эффективности и состояния окружающей среды (на основе известных статистически наблюдаемых показателей) [16]. То есть опять известные «симптоматические» показатели.

Авторами [17] для разработки эколого-экономической политики развития региона была использована методика расчета скорректированных чистых накоплений по показателям, учитывающим истощение природных ресурсов, ущерб от загрязнения окружающей среды, расходы на развитие человеческого капитала, затраты на охрану окружающей среды, оценку охраняемых природных территорий. С одной стороны, методика позволяет оценить степень развития зеленой экономики на региональном уровне, однако, в основе все те же «симптоматическое показатели».

В условиях перехода промышленности на новый технологический уровень основополагающим мотивирующим фактором для введения систем экологической безопасности промышленных предприятий некоторые ученые считают показатели экономической эффективности внедрения данных систем. А для оценки эффективности внедрения систем экологической безопасности предлагают исходить из того, создает ли предприятие добавленную стоимость в результате внедрения подобных систем (индикатором экономической эффективности может служить стоимостная оценка предприятия) [18]. Идея использовать по-новому известный инструмент – показатель стоимости предприятия интересна, но трудно осуществима. Необходимо привлечение экспертов, да и наблюдение этого показателя по годам столкнется с проблемой сопоставимости.

Таким образом, попытки оценить экологическое здоровье региона есть, научные исследования ведутся, но практически не предлагается новых показателей или новых процедур оценки. Многие ученые отмечают необходимость при оценке экологического здоровья региона учитывать экологическое здоровье предприятия на территории присутствия. По нашему мнению, должна быть создана аналитическая платформа показателей экологического здоровья региона, учитывающая как экологические показатели, так и (обязательно!) экономические, а также

комплексный (интегральный) показатель эффективности экологической деятельности региональных предприятий.

Заключение

Представлены результаты исследования эколого-экономической эффективности региона. Определена значимость именно экономической оценки экологической деятельности и региона, и отдельного предприятия. Росстат предлагает комплексную систему статистических показателей охраны окружающей среды в РФ с учетом национальных требований и международных рекомендаций, сруппированных по разделам: загрязнение атмосферного воздуха и разрушение озонового слоя, изменение климата, водные ресурсы, биоразнообразие, земельные ресурсы, сельское хозяйство, энергетика, транспорт, отходы, стихийные бедствия и катастрофы, экологические правонарушения, финансирование в области окружающей среды. Таким образом, информации и оценок об экономической эффективности экологических мероприятий нет. Предложено новое понятие – «экологическое здоровье» региона – состояние, при котором взаимодействие всех систем региона (производственной, социальной, инновационной, финансовой, инвестиционной), способных выполнять свои функции, позволяет достичь баланса, динамического равновесия с окружающей средой. Опираясь на составляющие экономической эффективности экологического здоровья, определены его критерии: осуществление затрат на природоохранные мероприятия (достаточность, динамика), увеличение финансового результата (возможно, за счет эксплуатации природоохранных объектов), наличие специалистов в области эколого-экономического управления, осуществление исследований и разработок, направленных на охрану окружающей сред, возможность реализации «чистой» экологичной продукции, реализация «чистых» технологий и использование «чистого оборудования», инвестирование в основной капитал на природоохранные мероприятия (очистные сооружения), измерение и оценка эколого-экономической эффективности, измерение и оценка ущерба, платы за загрязнение, налоговое планирование; измерение отходов, выбросов, стоков; оценка уровня динамики их утилизации, использования, измерение и оценка параметров окружающей среды, возможность осуществления наблюдения (технические средства наблюдения и оценки); измерение «количества» экологического здоровья.

Предпринята попытка оценить экономическую эффективность экологического здоровья трех областей ЮФО: Астраханской, Волгоградской и Ростовской. Выявлено, что существующие статистические показатели не позволяют оценить именно экологическое здоровье, позволяют лишь констатировать величину различных видов загрязнений, текущих затрат на охрану окружающей среды и инвестиции в основной капитал на природоохранные мероприятия. Такие показатели названы «симптоматическими», фиксирующими только результат – «симптомы», причины и проблемы они оценить не позволяют.

Проведен анализ научных публикаций по оценке экологического состояния региона. Однако в большинстве научных разработок авторы опираются все на те же «симптоматические» показатели, что не позволяет объективно оценить экономическую эффективность экологической деятельности.

Дальнейшее исследование экономической эффективности экологического здоровья региона должно быть направлено на формирование аналитической платформы показателей и разработку стандартных и специфических решений по управлению экономической эффективностью экологического здоровья региона.

ЛИТЕРАТУРА

1 Климанов В., Казакова С., Михайлова А. Региональная резилиентность: теоретические основы постановки вопроса // Экономическая политика. 2018. № 6. С. 164–187. URL: http://www.ep.ranepa.ru/archiv/2018/6#title

2 Леденёва М.В., Плаксунова Т.А. Формирование инновационной экосистемы в регионах РФ (на примере Волгоградской области) // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 484–492. doi: 10.20914/2310–1202–2018–4–484–492

3 Проскурнин С.Д. Создание самоорганизуемой инновационной экосистемы в зонах особого территориального развития // Региональная экономика и управление. 2017. № 4 (52). URL: https://eee-region.ru/article/5206

4 Официальный сайт РЭЭО. URL: http://rseeorg.ru/

5 Официальный сайт Национального исследовательского университета Высшая школа экономики. URL: https://www.hse.ru/news/science/262128924.html/

6 Солодилова Н., Маликов Р., Гришин К. Конфигурационный подход к исследованию региональной экосистемы предпринимательства // Экономическая политика. 2018. № 5. С. 134–155. URL: http://www.ep.ranepa.ru/archiv/2018/5#title

7 Merzlikina G.S., Pshenichnikov I.V. Innovational Construction of Sectorial Cluster Management // Russia and the European Union. 2017. P. 445–451. doi: 10.1007/978-3-319-55257-6_57

8 Brown C., Block W.E. Free Market for the Environment // Economic Policy. 2019. V. 1. P. 116–125.

9 Slaschov E.V., Merzlikina G.S. The evaluation of the effectiveness of strategic enterprise management (regional dimension) // World Applied Sciences Journal. 2013. V. 23. № 8. P. 1025–1031.

10 Клейменова В.П., Уланова И.А. Оценка взаимовлияния экономических и экологических процессов // Экология региона: проблемы и пути их решения: сборник научных статей; под ред. С.В. Косенковой. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2018. С. 70–72.

11 Рахимова С.А. Экономика и экология: управление эколого-экономическими системами в условиях устойчивого развития. URL: https://articlekz.com/article/7942

12 Анопченко Т.Ю., Мурзин А.Д., Ревунов Р.В. Состояние экологической сферы и векторы повышения эффективности рационального природопользования в Ростовской области // Экология и экономика территориальных образований. 2019. Т. 3. № 2. С. 57–64.

13 Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/

14 Общественное подтверждение эффективности бизнеса. Экологическая, энергетическая и экономическая эффективность предприятий России и Казахстана: справочник. 2009. URL: http://nera.biodat.ru/social_certificate/reference_book/

15 Сыромятникова О.П., Задорова Т.В. Оценка эколого-экономического развития региона // Региональная экономика: теория и практика. 2016. № 8. С. 176–186.

16 Степанов К.А. Система экологических рейтингов, как инструмент повышения эффективности природоохранной деятельности предприятий и регионов. URL: http://ecopalata.ru/? p=1278

17 Варавин Е.В., Козлова М.В. Оценка развития зеленой экономики в регионе. На примере Республики Казахстан // Экономика региона. 2018. Т. 14. № 4. С. 1282–1297.

18 Милешко Л.П., Михайлова Е.Л. Перспективы повышения экономической эффективности систем обеспечения экологической безопасности // Проблемы современной экономики. 2018. № 1 (65). С. 12–15.

REFERENCES

1 Klimanov V., Kazakova S., Mikhailova A. Regional Resilience: Theoretical Foundations of the Question. Economic Policy. 2018. no. 6. pp. 164–187. Available at: http://www.ep.ranepa.ru/archiv/2018/6#title (in Russian).

2 Ledenova M.V., Plaksunova T.A. The formation of an innovative ecosystem in the regions of the Russian Federation (on the example of the Volgograd region). Proceedings of VSUET. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 484–492. doi: 10.20914 / 2310–1202–2018–4–484–492 (in Russian).

3 Proskurnin S.D. Creating a self-organizing innovation ecosystem in areas of special territorial development. Regional Economics and Management. 2017. no. 4 (52). Available at: https://eee-region.ru/article/5206 (in Russian).

4 Official website of REEO. Available at: http://rseeorg.ru/ (in Russian).

5 Official website of the National Research University Higher School of Economics. Available at: https://www.hse.ru/news/science/262128924.html/ (in Russian).

6 Solodilova N., Malikov R., Grishin K. Configuration approach to the study of the regional ecosystem of entrepreneurship. Economic policy. 2018. no. 5. pp. 134–155. Available at: http://www.ep.ranepa.ru/archiv/2018/5#title (in Russian).

7 Merzlikina G.S., Pshenichnikov I.V. Innovational Construction of Sectorial Cluster Management. Russia and the European Union. 2017. pp. 445–451. doi: 10.1007/978-3-319-55257-6_57

8 Brown C., Block W.E. Free Market for the Environment // Economic Policy. 2019. vol. 1. pp. 116–125.

9 Slaschov E.V., Merzlikina G.S. The evaluation of the effectiveness of strategic enterprise management (regional dimension). World Applied Sciences Journal. 2013. vol. 23. no. 8. pp. 1025–1031.

10 Kleimenova V.P., Ulanova I.A. Assessment of the mutual influence of economic and environmental processes. Ecology of the region: problems and solutions: a collection of scientific articles; under the editorship of S.V. Kosenkova. Volgograd, FSBEI HE Volgograd State Agrarian University, 2018. pp. 70–72. (in Russian).

11 Rakhimova S.A. Economics and ecology: management of ecological and economic systems in the conditions of sustainable development. Available at: https://articlekz.com/article/7942 (in Russian).

12 Anopchenko T.Yu., Murzin A.D., Revunov R.V. The state of the environmental sphere and vectors of improving the efficiency of environmental management in the Rostov region. Ecology and Economics of Territorial Entities. 2019.vol. 3. no. 2. pp. 57–64. (in Russian).

13 Federal State Statistics Service. Available at: http://www.gks.ru/ (in Russian).

14 Public confirmation of business performance. Ecological, energy and economic efficiency of enterprises in Russia and Kazakhstan: a guide. 2009. Available at: http://nera.biodat.ru/social_certificate/reference_book/ (in Russian).

15 Syromyatnikova O.P., Zadorova T.V. Assessment of the ecological and economic development of the region. Regional Economics: theory and practice. 2016. no. 8. pp. 176–186. (in Russian).

16 Stepanov K.A. The system of environmental ratings as a tool to improve the environmental performance of enterprises and regions. Available at: http://ecopalata.ru/? p = 1278 (in Russian).

17 Varavin E.V., Kozlova M.V. Assessment of the development of the green economy in the region. On the example of the Republic of Kazakhstan. Economy of the region. 2018.vol. 14. no. 4. pp. 1282–1297. (in Russian).

18 Mileshko L.P., Mikhailova E.L. Prospects for improving the economic efficiency of environmental safety systems. Problems of the modern economy. 2018. no. 1 (65). pp. 12–15. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Галина С. Мерзликина д.э.н., профессор, кафедра экономики и управления, Волгоградский государственный технический университет, пр-т Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, merzlikina@vstu.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Галина С. Мерзликина разработала концепцию статьи, провела исследование, интерпретировала результаты, выполнила расчеты, сделала обзор литературных источников, написала рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.04.2019
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Galina S. Merzlikina Dr. Sci. (Econ.), professor, economics and management department, Volgograd State Technical University, Lenin Ave., 28, Volgograd, 400005, Russia, merzlikina@vstu.ru

CONTRIBUTION

Galina S. Merzlikina developed the concept of the article, conducted a study, interpreted the results, performed calculations, reviewed literature, wrote the manuscript, corrected it before submission to the editor and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declares no conflict of interest.

RECEIVED 4.2.2019
ACCEPTED 5.17.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 339.137.2

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-320-335

Комплексные инструменты и методологии повышения качества в управлении конкурентоспособностью торгового предприятия

Мария А. Гурина [1] mag30@mail.ru
Юлия В. Румянцева [2] ru.lstu@gmail.com

[1] Академия при Президенте Российской Федерации, РАНХиГС, Липецкий филиал, ул. Интернациональная, 3, г. Липецк, 398050, Россия
[2] Липецкий государственный технический университет, ул. Московская, 30, г. Липецк, 398600, Россия

Аннотация. В работе обосновывается необходимость применения комплексных методов исследования и управления качеством на торговом предприятии – модели привлекательного качества Н.Кано и QFD-анализа (структурирования функции качества), которые могут быть вполне использованы как стратегические подходы в концепции TQC (всеобщее управление качеством (технологическое)). Авторами доказывается с помощью проведенных практических исследований, что в принятии решений по повышению конкурентоспособности и совершенствования процесса создания товара (услуги) необходима методология, которая поможет не только сформировать матрицу предпочтений клиента и определить степень чувствительности к различным характеристикам качества, но и перевести запрос на язык технологии. Для апробации рассматриваемых методов улучшения качества было выбрано предприятие ООО «СервисМастер», занятое в сфере обслуживания технически сложной техники на рынке АПК. Эта сфера является динамично развивающейся отраслью и проблемы качества и конкурентоспособности на рынке обслуживания сельскохозяйственной техники являются очень актуальными. Глубокое понимание запросов потребителей необходимо для обеспечения высокого уровня обслуживания технологической продукции. Результатом использования модели Н. Кано стала дифференциация различных характеристик по типам для постоянных клиентов, обеспечивающих крупными заказами торговую организацию на условиях доверительных отношений. Структурирование функций качества позволило разработать управленческие решения по управлению качеством процессов обслуживания на предприятии. Проведенное исследование с помощью комплексных методов и методологии улучшения качества обслуживания клиентов ООО «СервисМастер» позволило определить требования потребителей и соотнести их с параметрами процессов торговой компании, что в дальнейшем позволит разработать необходимые решения по повышению конкурентоспособности предприятия.

Ключевые слова: методы повышение качества, управление конкурентоспособностью

Comprehensive tools and methodologies quality improvement in the management competitiveness trade enterprises

Maria A. Gurina [1] mag30@mail.ru
Julia V Rumyantseva [2] ru.lstu@gmail.com

[1] Academy under the President of the Russian Federation, Ranepa, Lipetsk branch, International, st., 3, Lipetsk, 398050, Russia
[2] Lipetsk state technical University, Moskovskaya str., 30, Lipetsk, 398600, Russia

Abstract. The paper substantiates the need for the use of integrated methods of research and quality management in the trading enterprise – the model of attractive quality N. Cano and QFD (Quality Function Deployment) analysis, which can be quite used as strategic approaches in the concept of TQC (Total Quality Management (technological)). The authors prove with the help of practical studies that in decision-making to improve competitiveness and improve the process of creating a product (service) requires a methodology that will not only form a matrix of customer preferences and determine the degree of sensitivity to different characteristics of quality, but also to translate the request into the language of technology. For testing these methods improve the quality of the selected company Servismaster LTD is employed in the service sector are technically complex equipment in Agro-Industrial Complex market. This area is a dynamically developing industry and the problems of quality and competitiveness in the market of agricultural machinery are very relevant. A deep understanding of customer needs is necessary to ensure a high level of service for technological products. The result of using model H. Kano has become the differentiation of different characteristics by types for regular customers, providing large orders to the trade organization on the terms of trust. Structuring of quality functions allowed to develop management solutions for quality management of service processes in the enterprise. The conducted research with the help of complex methods and methodology of improving the quality of customer service Servismaster LTD allowed to determine the requirements of consumers and correlate them with the parameters of the processes of the trading company, which in the future will allow to develop the necessary solutions to improve the competitiveness of the enterprise.

Keywords: methods of quality improvement, competitiveness management.

Введение

Российский менеджмент в своей эволюции подходит к такому этапу развития, когда зарубежный опыт в области создания и управления конкурентоспособной продукцией может быть воспринят и адаптирован в полной мере. Понимание необходимости создания действительно качественной продукции или обеспечения высококачественного обслуживания есть результат многолетней конкурентной борьбы, изменения восприятия самого потребителя, ужесточения требований со стороны государства, выхода многими компаниями на зарубежные рынки или прихода на отечественный рынок международных организаций.

Для цитирования

Гурина М.А., Румянцева Ю.В. Комплексные инструменты и методологии повышения качества в управлении конкурентоспособностью торгового предприятия // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 320–335. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-320-335

For citation

Gurina M.A., Rumyantseva Ju.V. Comprehensive tools and methodologies quality improvement in the management competitiveness trade enterprises. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 320–335. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-320-335

В рамках нашего многолетнего исследования мы неоднократно обращались к изучению и апробации различных методов и методик, используемых для оценки конкурентоспособности продукции (услуг), стратегического планирования, глобального управления качеством на предприятиях различных отраслей экономики [7, 8, 13].

В данной работе мы решили объединить ряд моделей, успешно используемых в зарубежной практике, но не так активно распространенных в отечественных исследованиях, которые в совокупности применения позволяют комплексно подойти к проблеме изучения интересов потребителя и структурирования значимых характеристик товара для дальнейшего его совершенствования.

С точки зрения известной в деловом мире японской стратегии кайзен, выявление потребности – отправная точка для совершенствования [10]. Если она не выявлена, значит, необходимости в совершенствовании не возникает. В свою очередь, признание проблемы при снятии запроса с потребителя требует эффективных методов работы на рынке.

Для проведения рыночных исследований и определения различных характеристик, представляющих ценность для потребителя, мы предлагаем воспользоваться моделью Норияки Кано. Её применение в области измерения восторга, эмоций человека по поводу качества товара позволяет установить степень восприятия тех или иных характеристик и сгруппировать их в различные категории [8]. Японский ученый и консультант Нориаки Кано подверг критике общепринятые теории о том, что сохранять лояльность потребителей необходимо путем реагирования на их жалобы и расширения наиболее популярных характеристик продукта. Важным является постоянное совершенствование выявленных характеристик, так как потребительское восприятие очень подвижно [19].

Для следующего шага в принятии решений по повышению конкурентоспособности и совершенствованию процесса создания товара (услуги) необходим инструмент, который поможет не только сформировать матрицу предпочтений клиента и определить степень чувствительности к различным характеристикам качества, но и перевести запрос на язык технологии. Таким инструментом является метод QFD (англ. Quality Function Development), или СФК (структурирование (развертывание) функции качества [11, 20, 21].

Результаты и обсуждение

В современной практике управления конкурентоспособностью предприятия используются различные методы оценки удовлетворённости потребителей и анализа качества товара, позволяющие получить как исходную информацию о запросах, отношении к продукции, так и перевести язык ощущений, качественных рассуждений клиентов в формальные требования и технические характеристики качества.

Среди многообразных подходов к решению проблемы повышения конкурентоспособности на основе исследования качества модель привлекательности Н. Кано и метод структурирования качества представляются нам наиболее конструктивными и удобными.

QFD – технология развертывания функций качества, имеющая более простое название «дом качества», относится к методам консервативного и синхронного инжиниринга [9, 11]. На наш взгляд, метод весьма эффективен в оценке конкурентоспособности при дополнении исследования с помощью модели Кано программой учета мнений потребителей в процессе создания или совершенствования продукта (услуги). Следует отметить, что поскольку QFD, как и все остальные японские методы, предполагает командную, групповую работу, то его скорее следует рассматривать как подход, а не технический инструмент или прием [1] (рисунок 1).

К основным преимуществам метода структурирования качества, по мнению ученых в области менеджмента, следует отнести то, что он:

– способствует более быстрому и глубокому выявлению причин жалоб потребителя и устранению их более простым способом, чем другие методы;

– представляет собой эффективный и продуктивный инструмент для повышения качества продукции;

– формирует фундамент для анализа конкурентоспособности и качества продукции и предоставляет информацию для принятия управленческих решений;

– обеспечивает устойчивость качества товара (услуги);

– уменьшает количество бракованных изделий и операций по исправлению брака на производстве;

– снижает уровень недовольства и количество претензий потребителей.

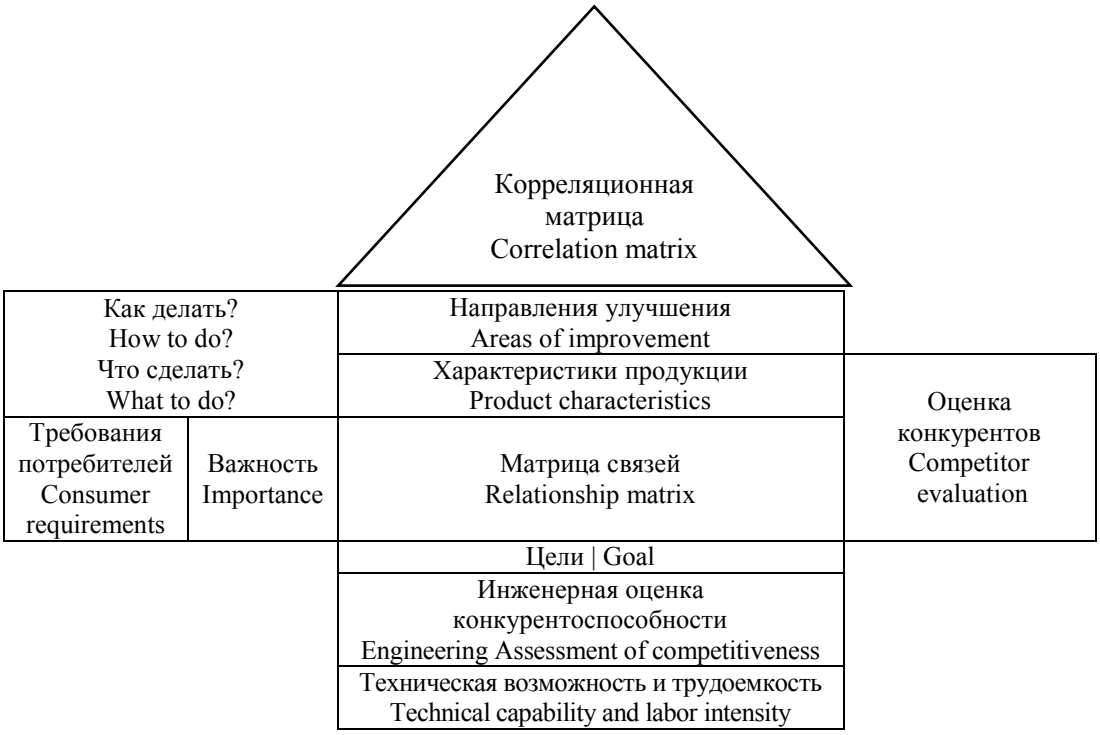


Рисунок 1. Общий вид «дома качества»

Figure 1. General view of the «The Quality house»

Обобщение опыта применения QFD в практике показало, что главным преимуществом является сокращение затрат времени, требуемого для создания новой или совершенствования существующей продукции, причем иногда в полтора-два раза [10]. В организационном плане метод структурирования функций качества обеспечивает современным компаниям улучшение внутренних коммуникаций между сотрудниками, занятыми продвижением товара на рынок, и представителями производства и НИОКР, а также повышение конкурентоспособности продукции и предприятия в целом в гораздо более сжатые сроки, чем соперники на рынке.

В рамках нашего исследования была выбрана сфера обслуживания технически сложной техники на рынке АПК. Эта сфера является динамично развивающейся отраслью, и проблемы качества и конкурентоспособности на рынке обслуживания сельскохозяйственной техники являются актуальными. Предложение качественных услуг в этой сфере является залогом роста лояльности покупателей и их готовности приобретать товары, что в конечном счете обеспечивает высокие продажи и рентабельность компании в долгосрочной перспективе. В свою очередь, низкое качество обслуживания является главным фактором, влияющим на уход клиентов из компании и уменьшение занимаемой доли рынка [14].

Сегментация на рынке обслуживания сложной сельскохозяйственной техники имеет свою специфику – группы потребителей представляют собой предприятия и предпринимателей, имеющих высокотехнологические требования к качеству оказываемых услуг, при этом необходимо выбирать основную группу клиентов и сосредотачиваться на наиболее важных её запросах. Важной составляющей высокого качества обслуживания является компетентность торговой компании в техническом сервисе, понимание того, каким образом ее потребители оценивают стоимость услуги по результатам ее получения.

В условиях глобализационных процессов многие сервисные компании работают на разных региональных рынках, географически друг от друга удаленных, в связи с этим обслуживание клиентов предполагает организацию и координацию используемых ресурсов, позиции их доступности в требуемый момент времени, в необходимом объеме и в нужном месте.

Обобщая опыт работы торговых компаний в сфере обслуживания сельскохозяйственной техники, мы бы выделили следующие принципы качественного сервиса: четкое техническое знание того, что необходимо клиенту; выделение стратегических направлений работы по основным группам клиентов; организация бизнеса на основе стандартов качественного обслуживания в соответствии с TQC и другими отечественными

и зарубежными требованиями; управление персоналом на основе эффективной работы с потребностями и запросами клиентов; координация ресурсов для опережения конкурентов.

Как было уже сказано, для обеспечения высокого уровня сервиса и значительного объема продаж в подобных торговых компаниях их сотрудники должны иметь высшее инженерное образование в данной сфере. Квалификация персонала является фактором, влияющим на качество оказываемой услуги, и может определять её конкурентоспособность при наличии такого уровня специалистов на предприятии при соответствующих затратах на персонал.

Запасные части для сельскохозяйственной техники и услуги по ее ремонту являются специфическим товаром и предполагают отличительные особенности при продвижении, продажах и обслуживании клиентов. Рассматриваемое нами предприятие в полной мере отражает вышеуказанные специфические черты продвижения услуг на данном рынке.

К основным видам деятельности рассматриваемой компании – ООО «СервисМастер» следует отнести реализацию запасных частей для тракторов и зерноуборочной техники ООО «КЗ «Ростсельмаш» и ЗАО «Агротехмаш» и предоставление услуг по ремонту тракторов и комбайнов. Рассмотрим виды реализуемой техники подробнее по поставщикам.

Главный поставщик исследуемого предприятия – ООО «КЗ «Ростсельмаш» – имеет современный модельный ряд техники для проведения полного цикла сельскохозяйственных работ. Продуктовый ряд поставщика представлен следующими сегментами: 1) зерноуборочная техника – комбайны; 2) различные адаптеры для комбайнов; 3) тракторы; 4) техника для обработки почвы; 5) техника для проведения посева; 6) техника для кошения; ж) техника для прессования. Высокие требования к сервисному обслуживанию в ООО «СервисМастер» обусловлены и тем, что «Ростсельмаш» является современной транснациональной компанией, которая сформировала значительный уровень требований к качеству своей продукции, развитию и совершенствованию.

Второй поставщик ООО «СервисМастер» ЗАО «Агротехмаш» имеет более узкий ассортимент тракторов в сравнении с ООО «КЗ «Ростсельмаш», однако комплектующие изделия этого предприятия и ремонт техники не менее востребованы.

Если обобщить информацию о сегментах обслуживания потребителей ООО «Сервис Мастер», то ее можно представить в виде схемы (рисунок 2).

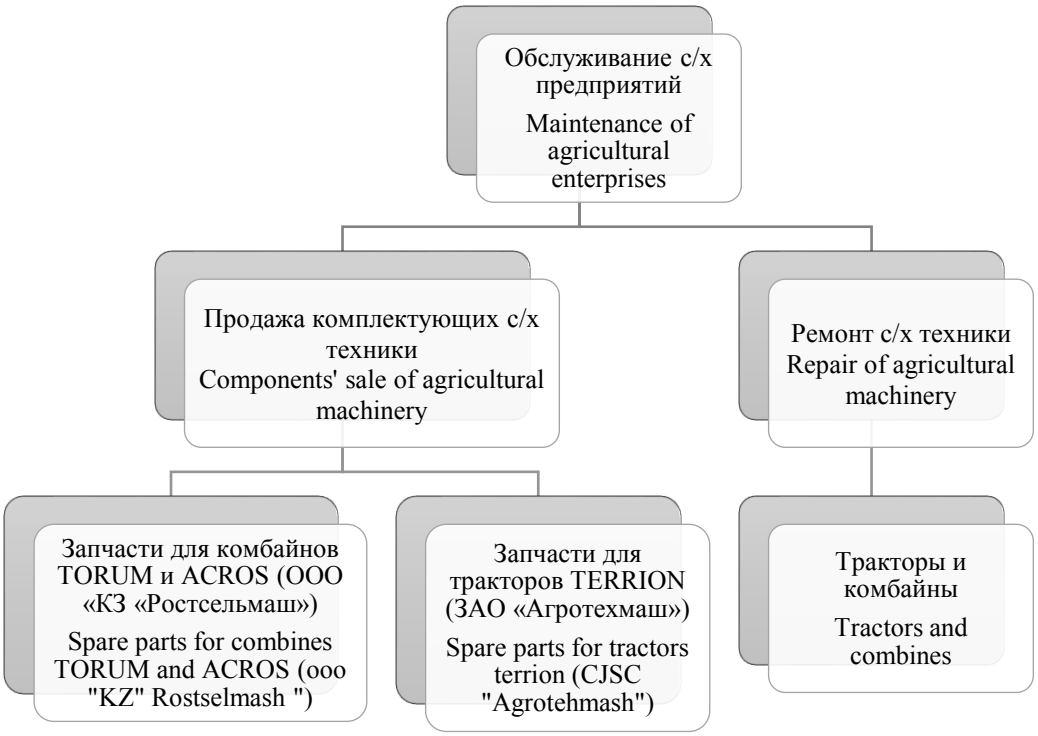


Рисунок 2. Сегменты обслуживания потребителей ООО «СервисМастер»

Figure 2. Customer service segments of Service Master Ltd

Для определения путей повышения качества сервиса и управления конкурентоспособностью ООО «СервисМастер» необходимо дать характеристику потребителей ее услуг, которыми выступают сельскохозяйственные предприятия разных форм собственности. Это позволяет выделить подходы в обслуживании различных категорий клиентов.

В процессе обслуживания сельскохозяйственных предприятий торговым посредником, как показал анализ, важна дифференциация клиентов в зависимости от двух критериев: 1) периода сельскохозяйственного цикла: «сезон» или «межсезонье»; 2) сформированных доверительных отношений между торговой организацией и клиентом.

В зависимости от типа потребителя по тому или иному критерию формируются различные схемы обслуживания. Рассмотрим типовую схему обслуживания клиента ООО «СервисМастер» при продаже запчастей для сельхозтехники (рисунок 3.)

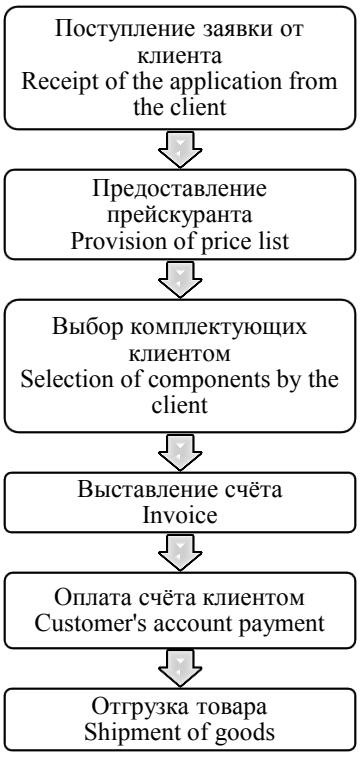


Рисунок 3. Типовая схема продажи комплектующих сельхозтехники ООО «СервисМастер»

Figure 3. Typical scheme of agricultural machinery components sale Service Master Ltd

При реализации данной схемы обслуживания отсутствуют такие характеристики качества, как приветствие, улыбка, установление психологического контакта и др., обычные для торгового предприятия. Формализованная процедура обслуживания без эмоциональной компоненты начинается с коммуникации специалиста по снабжению с менеджером ООО «СервисМастер» по телефонной и / или электронной связи. Требование специалиста по снабжению на входе – получение необходимой детали в максимально короткие сроки соответствующего качества по приемлемой цене. Выполнение этих трех параметров со стороны ООО «СервисМастер»: цены, сроков и качества деталей – на стадии получения прейскуранта, гарантирует прохождение обслуживания по типовой схеме.

При рассмотрении критерия «время года» предприятие сталкивается с двумя вариантами реализации процесса обслуживания. В «межсезонье», с ноября по июнь, типовая задержка отгрузки комплектующих от оплаты счета составляет около 2–3 недель и не наносит ущерба покупателю, т. к. в это время снижается потребность в сельскохозяйственной технике. На первое место для потребителя комплектующих в этот период выходит ценовой фактор, поскольку предоставляется возможность для проведения сравнительного анализа цен торговых предприятий-конкурентов.

С другой ситуацией сталкивается ООО «СервисМастер» при обслуживании сельхозпроизводителей в период сезонных сельскохозяйственных работ. Для клиентов наиболее важным становится обеспечение непрерывного процесса уборки урожая, поскольку возникновение простоя чревато для предприятия снижением или потерей качества сельскохозяйственной продукции. Первым фактором по значимости в обслуживании потребителя является срочность выполнения заказа. День простоя может иметь необратимые последствия в виде экономических потерь, поэтому важность фактора цены снижается для покупателя, а временной лаг в 2–3 недели является недопустимым. В таком случае может возникнуть схема обслуживания, названная нами «обслуживание в условиях доверительных отношений с клиентом».

При такой схеме обслуживания отгрузка товара происходит одновременно или до получения оплаты заказа. Подобные сделки – это результат долговременных и постоянных отношений с клиентами, которые имеют хорошую репутацию надежных плательщиков.

Для торгового предприятия это возможность установить цену, оптимальную с точки зрения рентабельности продаж, для клиента – получить необходимые комплектующие изделия в максимально короткие сроки без жесткого соблюдения сроков оплаты.

Для выявления параметров качества услуг в зависимости от категории клиентов важна их дифференциация по признаку времени обращения и наличия доверительных отношений (таблица 1).

Таблица 1.

Приоритетность требований к обслуживанию клиентов ООО «СервисМастер» в зависимости от частоты и периода обращения

Table 1.

Priority of customer service requirements of Service Master Ltd depending on frequency and period of circulation

Наличие доверительных отношений Trust relationship	Время обращения Time of circulation	
	Сезон с/х работ Season of agricultural Works	Межсезонье Offseason
Постоянный клиент Regular customer	1. Скорость выполнения заказа [Order Execution Speed] 2. Наличие комплектующих на складе (запас «под клиента») [Availability of components in the warehouse (stock "under the customer")] 3. Оплата после отгрузки [Payment after shipment] 4. Отсутствие контрафакта и оригинальность деталей [No counterfeit and originality of details] 5. Доставка до места | [Delivery to the place] 6. Уровень цен | [Price level] 7. Дополнительная гарантия [Additional Information]	1. Цена | [The price] 2. Оригинальность комплектующих [Originality of components] 3. Отсутствие контрафакта | [No counterfeit] 4. Лояльность к клиенту (откаты и представительские расходы) [Customer loyalty (kickbacks and representative expenses)] 5. Возможность оплатить покупку общим чеком за период [Possibility to pay for the purchase by a general cheque for the period] 6. Доставка | [Delivery Service] 7. Дополнительная гарантия | [Additional Information] 8. Вежливость персонала | [Staff courtesy] 9. Скорость исполнения | [Speed of execution]
Доверительные отношения отсутствуют No trust relationship	1. Скорость выполнения заказа [Order Execution Speed] 2. Наличие комплектующих на складе [Availability of components in the warehouse] 3. Доставка | [Delivery Service] 4. Оригинальность, отсутствие контрафакта [Originality, no counterfeit] 5. Цена | [The price] 6. Дополнительная гарантия [Additional Warranty]	1. Цена | [The price] 2. Оригинальность комплектующих [Originality of components] 3. Отсутствие контрафакта | [No counterfeit] 4. Лояльность к клиенту (представительские расходы) [Customer loyalty (representative expenses)] [Delivery Service] 7. Дополнительная гарантия | [Additional Information] 8. Вежливость персонала | [Staff courtesy] 9. Скорость исполнения | [Speed of execution]

Как видно из материалов таблицы 1, характеристики качества обслуживания клиентов ООО «СервисМастер» меняются в зависимости от периода сделки: в сезон сельхозработ на первое на первое место выходит скорость выполнения заказа, в межсезонье – цена, фактор сервиса и поставки комплектующих.

Характеристика рассматриваемого предприятия и его рыночного окружения позволяет сформировать представление о специфике оказываемых услуг и характере взаимодействия с потребителями. Однако для более глубокого понимания факторов качества обслуживания торгового предприятия необходимы комплексные методы анализа рынка, в частности, потребителей рассматриваемого предприятия. Для определения «прицельного» качества, визуализации процесса покупательской деятельности и обоснования привлекательности качественных характеристик обслуживания мы воспользовались моделью Н. Кано [19]. В рамках наших авторских исследований мы неоднократно обращались к данному методу, показавшему свою результативность и информативность для дальнейших решений в области управления конкурентоспособностью предприятий. Кроме того, описание метода достаточно подробно представлено в специальной литературе, поэтому в своем исследовании мы не будем останавливаться на терминологии и определении трех качеств профиля [8].

Для использования модели Н. Кано необходима целевая аудитория, имеющая глубокое представление о довольно специфической категории товаров и сервисе торговой компании. В нашем случае в качестве такой аудитории выступили специалисты сельскохозяйственных предприятий – потенциальных клиентов ООО «СервисМастер». Опрос проводился осенью 2018 года. Количество респондентов составило 10 человек, среди которых были опрошены специалисты, снабженцы и механики СПССПК

«Экоптица», являющиеся экспертами в области использования запасных частей, ремонта и обслуживания сельскохозяйственной техники.

Анкета для опроса была составлена в соответствии рекомендациями Н. Кано и включала позитивные и негативные формулировки вопросов по каждой характеристике качества оказываемых услуг или предоставляемых изделий. По мнению Кано, использование такого формата анкеты нивелирует субъективизм отвечающих, поскольку им приходится сформулировать отношение к характеристике качества, а не выбирать общественно приемлемый ответ.

За основу для составления анкеты был использован список требований к торговому обслуживанию клиентов ООО «СервисМастер» по двум критерия – время обращения и доверительность отношений. Степень отношения эксперта по каждому вопросу выражается в баллах от 1 до 5, где 1 – мне это нравится; 2 – так и должно быть; 3 – мне все равно; 4 – я могу с этим жить/терпеть; 5 – мне это не нравится. 11 ключевых характеристик, имеющих значение для сельскохозяйственных предприятий представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Характеристики обслуживания сельхозпредприятий

Table 2.

Characteristics of agricultural enterprises' service

Характеристика заказа Order characteristics	Варианты характеристики Feature options	Реакция клиента Customer response
Скорость выполнения заказа Order Execution Speed	Быстро | Quickly	1 2 3 4 5
	Медленно | Slowly	"–"
Наличие комплектующих на складе (запас «под клиента») Availability of components in the warehouse (stock "under the customer")	Имеется запас для постоянного клиента There is a stock for a regular customer	"–"
	Не имеется запас | No stock	"–"
Время отгрузки и оплаты Shipping and payment time	Отгрузка до оплаты | Shipment before payment	"–"
	Отгрузка после получения оплаты Shipment after receipt of payment	"–"
Уровень цен | Price level	Низкий | Low	"–"
	Высокий | High	"–"
Оригинальность комплектующих Originality of components	Комплектующие оригинальной марки Accessories of the original brand	"–"
	Комплектующие других производителей Components of other manufacturers	"–"
Отсутствие контрафакта No counterfeit	Детали произведены на заводе The details are produced at the factory	"–"
	«Подпольное» производство Underground production	"–"
Лояльность к клиенту Customer loyalty	Высокая лояльность – представительские расходы, откаты High Loyalty – hospitality expenses, kickbacks	"–"
	Низкая лояльность – представительские расходы отсутствуют Low loyalty – no representation costs	"–"
Доставка комплектующих Delivery of components	Имеется доставка | Delivery available	"–"
	Самовывоз | Pickup	"–"
Можно оплатить покупки общим чеком за период You can pay for purchases by a general cheque for the period	Оплата запасных частей по окончании отчетного периода | Payment of spare parts at the end of the reporting period	"–"
	Оплата каждой запасной части отдельно Payment of each spare part separately	"–"
Дополнительная гарантия Additional Warranty	Предоставляется дополнительная гарантия Additional guarantee is provided	"–"
	Не предоставляется дополнительная гарантия No additional warranty is provided	"–"
Вежливость персонала Staff polite	Вежливый продавец | Polite seller	"–"
	Невежливый продавец | Impolite Seller	"–"

По результатам опроса было заполнено 11 таблиц для каждой характеристики, в которых строчки показывают реакцию на первый вариант характеристики, а столбцы – реакцию на второй вариант. Сочетание реакций формирует матрицу с заполненными ячейками (таблица 3).

Таблица 3.

Сочетание реакций респондентов на варианты по характеристике «Скорость выполнения заказа»

Table 3.

Combination of respondents ' reactions to the variants of the «Order execution speed» characteristic

Медленно Low / Быстро High	Нравится Like	Должно быть Should be	Безразлично Indifferent	Могу терпеть I can stand	Не нравится I do not like
Нравится Like					
Должно быть Should be					
Безразлично Indifferent					
Могу терпеть I can stand					
Не нравится I do not like					

Мы сгруппировали результаты исследования, исходя из определения привлекательных, обратных, сомнительных, одномерных, необходимых и незначащих потребностей по Н. Кано [7]. Исходя из числа совпадений реакций с заданными потребностями, мы заполнили частотную таблицу по свойствам, переведя количественные данные в проценты для удобства измерения (таблица 4).

Таблица 4.

Интерпретация характеристик обслуживания, %

Table 4.

Interpretation of the characteristics of service, %

Характеристика Characteristic	Привлекательная Attractive	Одномерная One-dimensional	Необходимая Required	Не имеет значения Irrelevant	Обратная Reverse	Сомнительная Doubtful
1	0	0	100	0	0	0
2	70	0	0	0	10	20
3	20	70	0	0	0	10
4	0	10	90	0	0	0
5	0	0	90	10	0	0
6	0	0	80	20	0	0
7	40	30	0	0	0	30
8	50	0	0	50	0	0
9	50	30	0	0	0	20
10	60	0	40	0	0	0
11	0	0	0	100	0	0

В соответствии с методикой Н. Кано ряд сочетаний можно считать нелогичными – по названию ячейки «сомнительные». Вместе с тем эти реакции помогут торговой организации задуматься над отношением клиентов к тем или иным параметрам и изменением системы обслуживания потребителей. Кроме того, значение сомнительных параметров используется для расчета потенциала удовлетворенности и неудовлетворенности клиентов. Расчеты производятся на основе таблицы 5 по формулам:

$$\text{Потенциал удовлетворенности клиентов} = ((\text{сомнительные} + \text{одномерные}) / (\text{одномерные} + \text{сомнительные} + \text{необходимые} + \text{обратные} + \text{незначащие})) \cdot$$

$$\text{Потенциал неудовлетворенности клиентов} = ((\text{одномерные} + \text{необходимые} + \text{обратные}) / (\text{одномерные} + \text{привлекательные} + \text{необходимые} + \text{обратные} + \text{незначащие})) \cdot (-100).$$

Таблица 5.

Рассчитанные потенциалы ООО «СервисМастер»

Table 5.

Calculated potentials of Service Master Ltd

Характеристика | Characteristic	Удовлетворенность | Satisfaction	Неудовлетворенность | Dissatisfaction
1	0,00	-100,00
2	66,67	-12,50
3	100,00	-77,78
4	10,00	-100,00
5	0,00	-90,00
6	0,00	-80,00
7	100,00	-42,86
8	0,00	0,00
9	100,00	-37,50
10	0,00	-40,00
11	6,82	-54,26

Полученные потенциалы образуют координаты точек в заданной системе координат (рисунок 4).

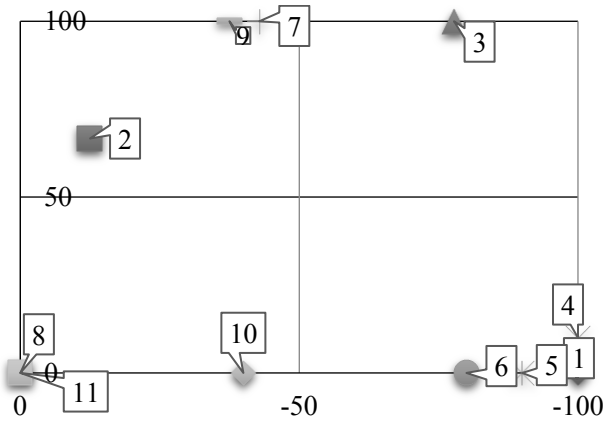


Рисунок 4. Распределение характеристик качества обслуживания клиентов ООО «СервисМастер» по методике Н. Кано

Figure 4. Quality characteristics distribution of Service Master Ltd customer service by N. Kano' method

Перенесение всех точек на систему координат позволяет сформировать 4 квадранта, в которых группируются показатели различных характеристик обслуживания клиентов ООО «СервисМастер» (таблица 6): 1) параметры обслуживания клиентов премиум-сегмента; 2) желательные параметры обслуживания; 3) характеристики, не имеющие значение для клиента; 4) обязательные характеристики.

Результатом использования модели Н. Кано является разработка характеристик для постоянных клиентов, обеспечивающих крупными заказами торговую организацию на условиях доверительных отношений:

– формирование запаса для постоянного клиента на основе информации о его частых заказах;

– повышение представительских расходов;

– возможность получать продукцию по требованию с задержкой в оплате заказа;

– общий счет на покупки за период может формироваться по окончании этого периода.

Таблица 6.

Определение характеристик как сегментов потребительских предпочтений

Table 6.

Defining characteristics as consumer preference segments

Характеристики «под вопросом». Обслуживание премиум-сегмента Questionable feature. Premium-segment service	Привлекательные характеристики. Желаемое качество обслуживания – потребитель заинтересован и заплатит больше Attractive features. Desired quality of service – the consumer is interested and paying more
2. Наличие комплектующих на складе (запас для постоянного клиента) Availability of components in the warehouse (stock for a regular customer) 7. Высокая лояльность (представительские расходы) High loyalty (hospitality) 9. Можно оплатить покупки общим чеком за период It is possible to pay for purchases by general cheque for	3. Оплата после отгрузки Payment after shipment
Незначимые характеристики, клиент не замечает их наличия Insignificant characteristics, the client does not notice their presence	Обязательные характеристики, необходимое качество, за которое платит клиент Required characteristics, required quality for which the customer pays
8. Доставка | Shipping Service 10. Дополнительная гарантия | Additional Warranty 11. Вежливость персонала |Staff courtesy	1. Высокая скорость исполнения заказа | High speed of order execution 4. Низкий уровень цен | Low price level 5. Оригинальность деталей | Originality of details 6. Отсутствие контрафакта | No counterfeit

Отгрузка комплектующих до получения оплаты является рисковым решением, но привлекательным и для «непостоянных» клиентов в период проведения сельскохозяйственных работ. Однако здесь необходим сравнительный анализ предполагаемой прибыли и риска получения убытков, возникающих при потере в оплате заказов, что требует тщательного выбора клиентов для такого вида обслуживания. Высокая скорость обслуживания, низкий уровень цен, оригинальность деталей и отсутствие контрафакта – все эти характеристики попадают в зону необходимого качества, поэтому внимание к ним является предметом разработки управленческих решений по обеспечению конкурентоспособности.

Важные свойства в сфере потребительских товаров – доставка, дополнительная гарантия и вежливость, являются абсолютно не представляющими ценности с точки зрения клиентов – покупателей комплектующих сельскохозяйственной техники. В стратегии продвижения сервисных услуг компании не следует предусматривать средства на их выполнение, поскольку нет

прямой связи между их наличием и удовлетворенностью клиентов, соответственно отсутствует и потенциал роста прибыльности.

Следующим этапом исследования является сравнение выявленных желаний потребителей с помощью матрицы, в которой описана взаимосвязь между потребительскими свойствами и техническими требованиями. Если использование модели Кано помогает создать запрос из требований клиента, то следующий инструмент – структурирование функций качества – позволяет разработать управленческие решения по управлению качеством процессов обслуживания на предприятии. В дальнейшем при предложении услуги и товара на рынке не возникает необходимости в корректировке его параметров, а также обеспечивается относительно низкая стоимость (за счет сведения к минимуму непроизводственных издержек) и высокая ценность продукта.

Для построения дома качества методом СФК была использована программа QFD Online [24]. С её помощью мы рассмотрели процесс планирования новой продукции путем построения «дома качества» на базе выявленных характеристик качества обслуживания потребителей ООО «СервисМастер» с помощью модели Н. Кано.

На первом этапе составления «дома качества» мы выяснили и уточнили требования потребителей ООО «СервисМастер». Нашей задачей было с помощью определенных методов преобразовать пожелания клиентов в конкретные измеримые характеристики продукта или услуги. Например, пожелание «экономичный трактор» в результате анализа мы можем конкретизировать такими характеристиками, как «низкая отпускная цена», «низкая стоимость пробега», а в дальнейшем перевести в показатели «продажная стоимость X рублей», «расход бензина/солярки Y л / 100 км». После подобной трансформации пожеланий в показатели торговая компания может определить действия по удовлетворению ожиданий потребителя.

Традиционным методом сбора информации о пожеланиях клиентов является анкетный опрос. Нами уже была сделана выборка потенциальных потребителей, хорошо представляющих генеральную совокупность потенциальных клиентов в определенном рыночном сегменте компании, а модель Кано позволила сформировать пул потребительских характеристик и сделать их анализ. Используем предложенный список требований клиентов к планируемой услуге при построении «дома качества».

Были выбраны и занесены в столбец матрицы «Потребительские требования» следующие важные для потребителей характеристики: наличие деталей на складе (запас на основе предпочтений постоянного клиента); лояльность (представительские расходы); высокая скорость выполнения заказа; отгрузка до оплаты; возможность оплатить общим чеком за период; низкий уровень цен; оригинальность деталей; отсутствие контрафакта.

Следующим шагом исследования и построения «дома качества» стало ранжирование потребительских требований. Ранжирование предполагало формирование рейтинга требований клиентов, выявленных на первом этапе. Данная процедура позволила сформировать представление о большей значимости одних и меньшей – других требований, что в дальнейшем определяет порядок реагирования на их удовлетворение со стороны компании. Для упорядочения списка потребительских требований по степени их важности была введена еще одна графа.

Оценка по 5 балльной шкале позволила поставить на первое место характеристики «Скорость выполнения заказа» и «Низкий уровень цен». Как показало первичное исследование методом Кано, при покупке сельскохозяйственной техники наличие этих требований является обязательным. К другим обязательным характеристикам, получившим чуть меньшую оценку, мы отнесли качество комплектующих – «Оригинальность» и «Отсутствие контрафакта». Неодинаковое значение для различных групп клиентов имеют такие характеристики, как «Наличие комплектующих на складе» и «Лояльность», они получили 3 балла. Однако если принять во внимание стратегию выхода на премиум-сегмент, то там эти требования клиентов будут особо значимыми. Оставшиеся требования «Отгрузка до оплаты» и «Возможность оплаты общим чеком» получили оценку 2 балла. Преимуществом построения «дома качества» на базе QFD online является автоматический расчет относительной значимости этих характеристик и занесение в соответствующий столбец.

На третьем этапе структурирования функций качества мы начали разработку предложений для удовлетворения потребительских предпочтений. На этом этапе мы уже используем не взгляд потребителя на услугу, а точку зрения инженера, специалиста или маркетолога предприятия. Характеристики на этом этапе мы обсудили со специалистами, имеющими соответствующее профилю образование, поскольку их описание должно быть достаточно четким, так как это требуется в соответствующей аналитической и экономической документации. Результаты обсуждения были занесены в строку «Функциональные требования». Мы сформулировали такие направления повышения качества обслуживания как: планирование личных

встреч, анализ продаж; создание и анализ базы данных по сделкам с постоянными клиентами; автоматическое формирование типовых счетов постоянных клиентов по истечении периода; создание запаса востребованной продукции; своевременная оплата заказов поставщикам; анализ цен конкурентов; анализ потребностей постоянных клиентов; проведение проверки поставляемых деталей на основе выборки; проверка и контроль документации на поставку деталей; осуществление испытаний; затрат на представительские расходы; лояльные отношения с поставщиками; снижение издержек; организация обратной связи с клиентами о качестве деталей; решения по логистическим потокам.

Вычисление зависимостей между потребительскими требованиями и инженерными характеристиками стало следующим, четвертым, этапом построения «дома качества» обслуживания торгового предприятия. Ранжированный список потребительских предпочтений, составленный на предыдущих этапах на языке потребителя, и инженерных характеристик, сформулированных на языке разработчиков, был передан проектировщикам. Главной задачей успешности применения QFD стал перевод потребительских требований в инженерные характеристики.

Взаимосвязь между требованием клиента и местом его значимости в списке характеризуется с помощью таких понятий, как «сильная связь», «средняя связь» и «слабая связь». В используемой нами программе виды связи обозначают с помощью соответствующих значков, размещенных на пересечении в ячейках между требованиями клиентов и техническими параметрами.

Следующим решением в применении QFD стало определение необходимости оставить в предлагаемом продукте те технические характеристики, которые не нужны потребителю. Проблема исследования состоит в том, что для нормального функционирования продукта некоторые необходимые характеристики могут быть неинтересны потребителю, однако их наличие обеспечивает выполнение требуемых им работ. В этом случае, несмотря на отсутствие ценности для потребителя, следует сохранить их наличие в продукте или услуге.

Изменение технического решения (сократить, повысить, достигнуто целевое значение) отображается в программе соответствующими условными обозначениями и заполняется нами в строке «Функциональных решений».

Следующий шаг – введение в программу столбцов, которые описывают конкурентную среду – ООО «СервисМастер» и пяти его крупнейших конкурентов по продаже комплектующих к сельхозтехнике. Нами были выделены компании «Технодом», «Ростсельмаш», «Агроснаб», «Верон» и «Липецккомплект». Шкала оценки имеет диапазон от 1 до 5 баллов, которые присваиваются качественным характеристикам обслуживания клиентов. По нашей оценке, предприятие Ростсельмаш обладает наиболее сильными позициями по таким критериям, как наличие товара, оригинальность, отсутствие контрафакта и низкая цена, однако значительно проигрывает по параметрам: отгрузка до оплаты, представительские расходы и оплата общим чеком.

Преимуществом использования программы QFD Online является то, что на основе экспертных оценок автоматически генерируется конкурентный лист. На этом этапе «дом качества» выглядит так, как на рисунке 5.

Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	1 Анализ продаж	2 Создание запаса востребованной продукции	3 Планирование личных встреч, затрат на представительские расходы	4 Ведение базы данных о покупках постоянных клиентов	5 Автоматическое создание типовых счетов за период	6 Лояльные отношения с поставщиками	7 Своевременная оплата заказов поставщикам	8 Снижение издержек	9 Проведение проверки поставляемых деталей на основе выборки	10 Организация обратной связи с клиентами о качестве деталей	11 Анализ цен конкурентов	12 Проверка документации на поставляемую партию деталей	13 Проведение испытаний	14 Анализ потребностей постоянных клиентов	15 Логистические решения	СервисМастер	Технодом	Верон	Агроснаб	Липецккомплект	Ростсельмаш
Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	x	▼	▲	▲	▲	x	▲	▲	▲	▲									
1	9	10,7	3,0	Наличие комплектующих на складе (создание запаса "под клиента")	Θ	Θ	O	Θ		O	Θ			▲	▲			Θ	▲	3	2	2	3	3	5
2	9	10,7	3,0	Лояльность (представительские расходы)	Θ	▲	Θ	O	O					▲	▲			Θ		2	3	1	2	4	0
3	9	7,1	2,0	Возможность оплаты общим чеком за период	Θ	O	▲	Θ	Θ		O				▲			O		4	3	2	5	1	0
4	9	7,1	2,0	Отгрузка до оплаты	Θ	Θ		Θ		Θ	Θ				O				O	3	3	2	4	3	0
5	9	17,9	5,0	Высокая скорость выполнения заказа		Θ		O		Θ	Θ								Θ	5	2	3	1	2	4
6	9	17,9	5,0	Низкая цена	O					Θ	O	Θ			Θ				O	4	3	3	3	3	5
7	9	14,3	4,0	Оригинальность комплектующих	▲					O	▲		Θ	Θ	▲	Θ	Θ			4	4	4	4	4	5
8	9	14,3	4,0	Отсутствие контрафакта	▲					O	▲		Θ	Θ	▲	Θ	Θ			4	4	4	4	4	5

Рисунок 5. Внутренняя матрица «дома качества» по обслуживанию клиентов торгового предприятия ООО «СервисМастер»

Figure 5. Internal matrix of «Quality house» for customer service of the trade enterprise Service Master Ltd

Дальнейшее построение модели требует выявления противоречивых зависимостей среди характеристик качества. В «доме качества» этот этап получил название «крыши». Функциональные характеристики могут вступать в противоречие друг с другом и быть разнонаправленными. Характеристика «Снижение издержек» явно противоречит характеристике «Своевременная оплата заказов поставщикам», поскольку речь идет о закупке товара для заказа постоянного клиента.

Противоречащим друг другу характеристикам условно присваиваются знаки «минус» (для разнонаправленных характеристик) и «плюс» (для однонаправленных характеристик). При оптимизации всей производственной системы эта зависимость учитывается. Использование данных характеристик позволяет определить способ, условия, режимы производственного (обслуживающего) процесса для достижения уровня обслуживания, максимально отвечающего потребительским предпочтениям.

Таким образом, заполняя «крышу» «дома качества», мы составляем корреляционную матрицу, наполненную символами, указывающими на положительную или отрицательную связь между соответствующими техническими характеристиками продукта, с позиций интересов потребителя. Корреляционная матрица позволяет наглядно продемонстрировать соотношение между основными показателями качества, стоимости и времени (рисунок 6).

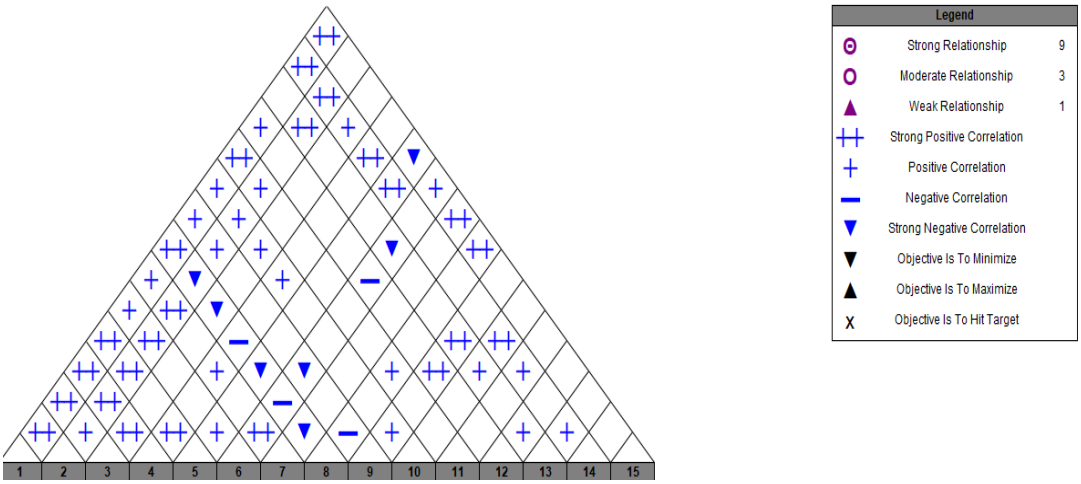


Рисунок 6. «Крыша дома качества» обслуживания потребителей ООО «СервисМастер»

Figure 6. «Quality house Roof» for «Servicmaster» Ltd customer service

Следующий шаг в исследовании предполагает определение значений функциональных характеристик с учетом полученного рейтинга потребительских ожиданий, а также зависимости между потребительскими требованиями и функциональными характеристиками.

Значение показателя относительной важности каждой функциональной характеристики мы получаем на основе произведения рейтинга потребительских требований и числового показателя связи между потребительскими требованиями и функциональными характеристиками. Сумма результатов по всей графе соответствующей функциональной характеристики дает значение цели. Соответственно тем функциональным характеристикам, которые имеют наибольшее значение цели, следует уделить основное внимание при управлении качеством обслуживания на предприятии.

На следующем шаге необходимо учесть технические ограничения, поскольку не все значения функциональных характеристик достижимы. Для этого мы в следующей строчке матрицы экспертно проставляем оценки технической реализуемости функциональных характеристик, которые востребованы потребителем. В результате корректируются целевые значения функциональных характеристик.

Для оценки трудности достижения заданных функций мы задали 10-балльную шкалу, где 0 баллов означает «очень легко», а 10 – «очень сложно» выполнить, а затем установили целевые показатели достижения оцениваемых функциональных параметров.

Автоматический расчет всех параметров позволил сформировать третью матрицу внутри «дома качества» ООО «СервисМастер» (рисунок 7).

Общий вид «дома качества», разработанный для улучшения обслуживания клиентов ООО «СервисМастер», представлен на рисунке 8.

Target or Limit Value	Выявление объемов продаж	Клиент получает необходимую деталь	Повышение лояльности	База данных	Типовые договоры	Доверительные отношения	Минимизация кредиторской задолженности	Снижение расходов на топливо	Исключение брака	Исследование предпочтений	Ценовая политика	Исключение контрафакта	Анализ свойств продукции	Выявление востребованной продукции	Сокращение стоимости поставок
Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)	2	8	4	2	3	7	8	9	3	2	2	2	5	4	8
Max Relationship Value in Column	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Weight / Importance	403,6	353,6	135,7	310,7	96,4	503,6	425,0	160,7	257,1	278,6	239,3	257,1	257,1	214,3	246,4
Relative Weight	9,7	8,5	3,3	7,5	2,3	12,2	10,3	3,9	6,2	6,7	5,8	6,2	6,2	5,2	6,0

Рисунок 7. Матрица расчета значимости функциональных характеристик обслуживания клиентов ООО «СервисМастер»

Figure 7. Matrix for calculating the significance of the functional characteristics of customer service Service Master Ltd

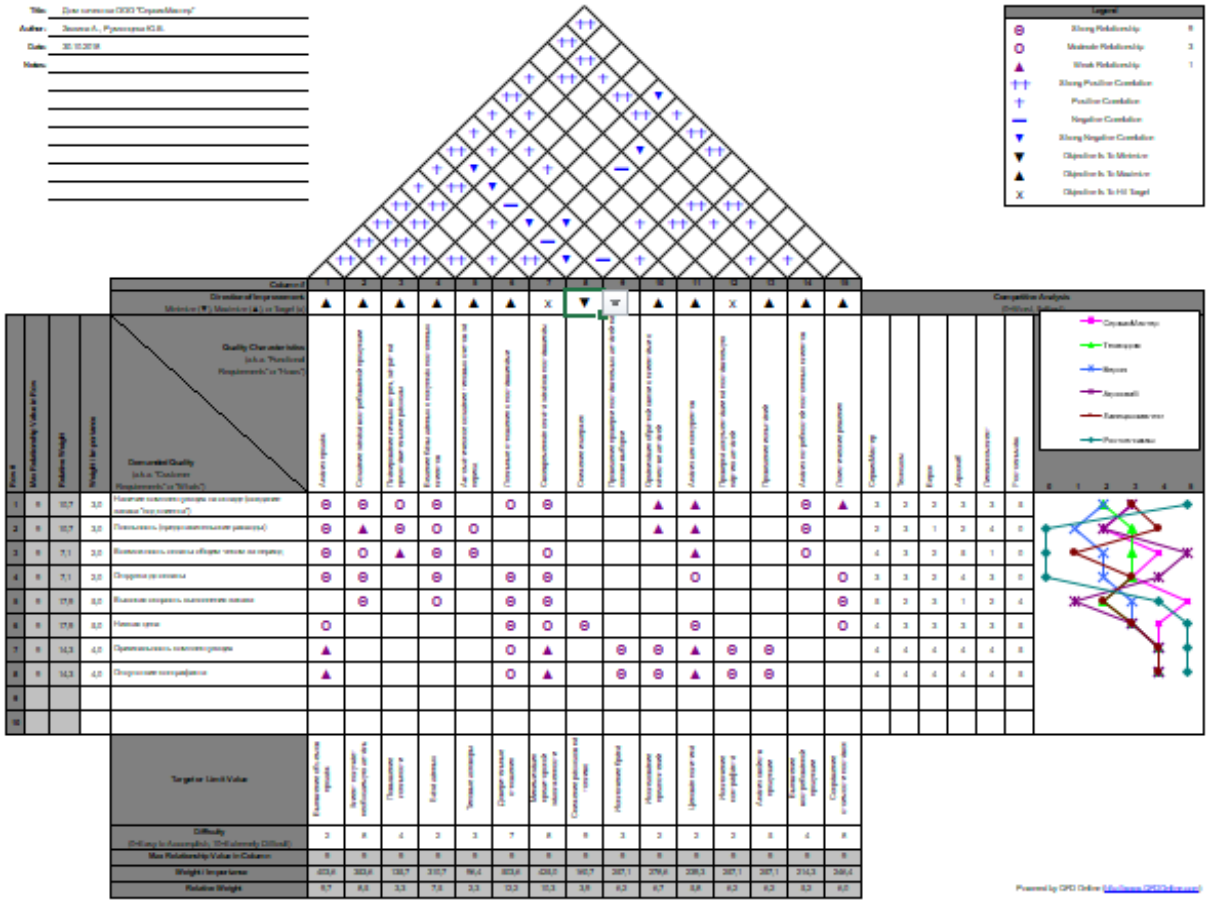


Рисунок 8. «Дом качества», разработанный для улучшения обслуживания клиентов ООО «СервисМастер»

Figure 8. «Quality House», designed to improve customer service of Service Master Ltd.

Основными выводами нашего исследования качества облуживания торговой компании ООО «СервисМастер» на основе применения комплексных методов анализа и улучшения параметров работы торговой компании состоят в следующем. Применение модели Н. Кано и метода QFD для снятия запроса и ожиданий потребителей, а также установления взаимосвязи с процессами компании позволяют комплексно подойти к проблеме изучения интересов потребителя и структурирования значимых характеристик товара для дальнейшего его совершенствования. Сделанные расчеты показывают, что руководству предприятия необходимо обратить внимание на функциональные решения, которые имеют наибольшее значение для удовлетворения потребителей. К ним следует отнести своевременную оплату заказов поставщикам и лояльные отношения с ними. Улучшение отношений с поставщиками позволит ООО «СервисМастер» предоставлять своим клиентам обслуживание более высокого качества, поскольку поставщики задают уровень цен, от них зависит скорость и условия поставки деталей. Функция анализа

продаж оказалась на третьем месте по значимости. Таким образом, контролируя и улучшая эти два направления – статические данные и лояльные отношения с поставщиками, при организации работы предприятие обеспечивает текущие показатели и создает предпосылки для совершенствования качества обслуживания клиентов ООО «СервисМастер».

Используя методологический подход развертывания функций качества на системной основе, руководство предприятия получает исходные данные для технического задания на проектирование и разработку новой продукции (услуг). Построение матрицы QFD, получение функциональных характеристик – это лишь часть подхода синхронного инжиниринга и первая из четырех фаз «развертывания» потребительских требований не только в функциональные характеристики, но и в показатели процесса и всего производства.

Метод СФК позволяет не только сделать процедуру выявления характеристик нового продукта на основе потребительских предпочтений более формализованной, но и разрабатывать решения по управлению качеством производственных процессов [23, 24].

Заключение

Последовательно «развертывая» характеристики путем построения «дома качества» на начальном этапе создания продукта, можно избежать их дальнейшей корректировки после выхода товара на рынок или хотя бы свести ее к минимуму. Любая корректировка или переделка может быть отнесена к понятию «брак», что несет за собой потери предприятия, а их отсутствие обеспечивает высокую ценность и более низкую стоимость товара или услуги и более высокую конкурентоспособность предприятия.

Проведенное исследование с помощью комплексных методов и методологии улучшения качества – модели привлекательности Н. Кано и инструмента QFD на базе построения «дома качества» обслуживания клиентов – позволило определить требования потребителей и соотнести их с параметрами процессов торговой компании ООО «СервисМастер». В дальнейшем использование рассмотренных методов позволит предприятию разрабатывать управленческие решения по повышению своей конкурентоспособности и использовать их как специальные инструменты систематического широкомасштабного планирования качества на основе требований потребителя, их значения и взаимосвязи с признаками качества продукта.

Еще одним важным выводом нашей работы является доказательство того, что метод структурирования (развертывания) качества в полной мере можно и нужно рассматривать как подход к улучшению качества и обеспечению конкурентоспособности, а не как технический инструмент [4, 10, 11, 15]. Реализация QFD через командную работу, вовлечение в предотвращение проблемы низкого качества и удовлетворенности потребителей всего персонала организации создает основу для выработки корпоративной стратегии на высоком уровне. Все это улучшает коммуникации между инженерами, производителями, маркетологами и продавцами. Имея на руках таблицы структурирования качества, инженер может найти общий язык с теми, кто занимается маркетингом и продажами, а также с непосредственными исполнителями. Используя данный подход к улучшению качества, предприятие может создавать новые виды конкурентоспособной продукции (услуг) в максимально короткие сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1 Альхамова Г.К., Залилов Р.В., Асенова Б.К. Построение «дома качества» для сливочного масла // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 7 (38). С. 6–9.

2 Адлер Ю.П. Качество и рынок, или как организация настраивается на обеспечение требований потребителей URL: https://www.inventech.ru/lib/sfq/sfq-0011/

3 Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н., Табунов Е.В., Фирсов Ю.А. Концептуальное проектирование технических инноваций с использованием интеллектуальной системы "IT QFD & AHP" // Качество. Инновации. Образование. 2013. № 4 (95). С. 32–41.

4 Андронов Д.А. Управление стратегической конкурентоспособностью компании // Экономика, предпринимательство и право. 2015. № 5 (5). С. 16–21. С. 18.

5 Бетанкур Л. Пять принципов качественного обслуживания URL: https://www.obs.ru/article/181/

6 Гаязова А.О., Ребезов М.Б. Применение QFD-методологии для производства мясорастительного рубленого полуфабриката // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016. № 1 (36). С. 77–81.

7 Гурина М.А., Румянцева Ю.В. Управление конкурентоспособностью товара на основе применения теории привлекательного качества Н. Кано (на примере ОАО «Сагуновский Мясокомбинат») // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 4–14.

8 Гурина М.А., Румянцева Ю.В. Японский подход к оценке качества обеспечению конкурентоспособности: исследование удовлетворенности потребителей пищевой продукции методом Н. Кано // Бережливое производство как инструмент конкурентоспособности. Японская культура ведения бизнеса: практика применения в Черноземье: материалы межрегиональной научно-практической конференции. Издательство РИТМ, 2018. С. 31–41.

9 Дом качества: метод структурирования нужд и желаний потребителя URL: http://www.elitarium.ru/dom-kachestva-potrebitel-produkt-harakteristika-informaciya-dannye-pokazatel-stoimost-rezultat-cikl-planirovanie-metod/

10 Кайзен И.М. Ключ к успеху японских компаний: пер. с англ. 11-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2018. 274 с.

11 Попов В.Н., Касьянов В.С., Саченко И.П. Системный анализ в менеджменте: учебное пособие; под ред. В.Н. Попова. М.: КНОРУС, 2016. 298 с.

12 Портер М. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. 715 с.

13 Румянцева Ю.В. Скорость производства как фактор устранения потерь // Бережливое производство: как устранить потери и повысить эффективность производственной системы предприятия: материалы межрегиональной научно-практической конференции. 2017. С. 61–66.

14 Румянцева Ю.В., Морозов В.Ю. Социальная ответственность сельского бизнеса в Липецком районе // Инновационная экономика и право. 2016. № 4 (5). С. 59–64.

15 Банерджи С. Семь инструментов качества URL: http://www.klubok.net/article2628.html

16 Фатхутдинов Р.А. Управление конкурентоспособностью организации: учебник. М.: Маркет ДС, 2008. 382 с.

17 Шмайлов А. Практика применения СФК-QFD. URL: http://www.up-pro.ru/library/quality_management/QMS_methodology/practice-primeneniya-sfk-qfd.html

18 Akao Y. Quality Function Deployment (QFD). Integrating Customer Requirements into Product Design. Portland, OR: Productivity Press, 1990. 369 p.

19 Lin F.-H., Tsai S.-B., Lee Y.-C., Hsiao C.-F. et al. Imperial research on Kano's model and customer satisfaction // PLoS ONE. 2017. V. 12. № 9. e0183888.

20 Miwno S., Akao Y. QFD. The Customer-Driven Approach to Quality Planning and Deployment. Tokyo: Asian Productivity Organization, 1994. 365 p.

21 Farokhnia M., Beheshtinia M.A. A three-dimensional house: extending quality function deployment in two organizations // Management Decision. 2018. doi: 10.1108/MD-06–2017–0588

22 Camgoz-Akdag H., Imer H.P., Ergin K.N. Internal customer satisfaction improvement with QFD technique // Business Process Management Journal. 2016. V. 22. № 5. P. 957–968. doi: 10.1108/BPMJ-01–2016–0022

23 .Ryan N. Taguchi Methods and QFD. Hows and Whys for Management. Dearborn, Michigan: ASI Press, 1988. 110 p.

24 QFD Online. URL: http://www.qfdonline.com/

REFERENCES

1 Alhamova G.K., Zalilov R.V., Asenova B.K. Building a “house of quality” for butter. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Journal of Research]. 2015.no. 7 (38). pp.6–9. (in Russian).

2 Adler Yu.P. Kachestvo i rynok, ili kak organizatsiya nastraivayetsya na obespecheniye trebovaniy potrebiteley [Quality and the market, or how the organization is configured to meet the requirements of consumers]. Available at: https://www.inventech.ru/lib/sfq/sfq-0011/ (in Russian).

3 Andreichikov A.V., Andreichikova O.N., Tabunov E.V., Firsov Yu.A. Conceptual design of technical innovations using the intellectual system “IT QFD & AHP”. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovaniye* [Quality. Innovation. Education]. 2013. no. 4 (95). pp. 32–41. (in Russian).

4 Andronov D.A. Management of strategic competitiveness of the company. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo* [Economy, business and law]. 2015. no. 5 (5). pp. 16–21. pp. 18. (in Russian).

5 Betancourt L. Pyat' printsipov kachestvennogo obsluzhivaniya [Five principles of quality service]. Available at: https://www.obs.ru/article/181/ (in Russian).

6 Gayazov A.O., Rebezov M.B. Application of QFD-methodology for the production of chopped semi-finished meat and vegetable. *Tekhnologiya i tovarovedeniye innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and commodity research of innovative food products]. 2016. no. 1 (36). pp. 77–81. (in Russian).

7 Gurina M.A., Rumyantseva Yu.V. Managing the competitiveness of goods based on the application of the theory of attractive quality N. Kano (for example, JSC “Sagunovsky Meat Processing Plant”). *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 4–14. (in Russian).

8 Gurina M.A., Rumyantseva Yu.V. The Japanese approach to assessing the quality of competitiveness: a study of consumer satisfaction of food products using the N. Kano method. Berezhlivoye proizvodstvo kak instrument konkurentosposobnosti. Yaponskaya kul'tura vedeniya biznesa: praktika primeneniya v Chernozem'ye [Lean production as a tool for competitiveness. Japanese culture of doing business: the practice of application in the Black Soil Region: Materials of the interregional scientific-practical conference]. RITM Publishing House, 2018. pp.31–41. (in Russian).

9 Dom kachestva: metod strukturirovaniya nuzhd i zhelaniy potrebitelya [House of quality: a method of structuring the needs and desires of the consumer]. Available at: http://www.elitarium.ru/dom-kachestva-potrebitel-produkt-harakteristika-informaciya-dannye-pokazatel-stoimost-rezultat-cikl-planirovanie-metod/ (in Russian).

10 Kaizen I.M. Klyuch k uspekhu yaponskikh kompaniy [The Key to the Success of Japanese Companies: translated from English. 11th ed.]. Moscow, Al'pina Pablisher, 2018. 274 p. (in Russian).

11 Popov V.N., Kasyanov V.S., Sachenko I.P. Sistemnyy analiz v menedzhmente [System analysis in management: a tutorial]. Moscow, KNORUS, 2016. 298 p. (in Russian).

12 Porter M. Konkurentnoye preimushchestvo: Kak dostich' vysokogo rezul'tata i obespechit' yego ustoychivost' [Competitive advantage: How to achieve a high result and ensure its sustainability]. Moscow, Al'pina Biznes Buks, 2005. 715 p. (in Russian).

13 Rumyantseva Yu.V. Production speed as a factor in eliminating losses. Berezhlivoye proizvodstvo: kak ustranit' poteri i povysit' effektivnost' proizvodstvennoy sistemy predpriyatiya [Lean production: how to eliminate losses and improve the efficiency of the production system of an enterprise: materials of the interregional scientific-practical conference]. 2017. pp. 61–66. (in Russian).

14 Rumyantseva Yu.V., Morozov V.Yu. Social responsibility of rural business in the Lipetsk region. *Innovatsionnaya ekonomika i pravo* [Innovative economy and law]. 2016. no. 4 (5). pp. 59–64. (in Russian).

15 Banerjee S. Sem' instrumentov kachestva [Seven quality tools]. Available at: http://www.klubok.net/article2628.html (in Russian).

16 Fatkhutdinov R.A. Upravleniye konkurentosposobnost'yu organizatsii [Management competitiveness of the organization: textbook]. Moscow, Market DS, 2008. 382 p. (in Russian).

17 Shmaylov A. Praktika primeneniya SFK-QFD [Practice of application of SFK-QFD]. Available at: http://www.up-pro.ru/library/quality_management/QMS_ methodology/practice-primeneniya-sfk-qfd.html (in Russian).

18 Akao Y. Quality Function Deployment (QFD). Integrating Customer Requirements into Product Design. Portland, OR, Productivity Press, 1990. 369 p.

19 Lin F.-H., Tsai S.-B., Lee Y.-C., Hsiao C.-F. et al. Imperial research on Kano's model and customer satisfaction. PLoS ONE. 2017. vol. 12. no. 9. e0183888.

20 Miwno S., Akao Y. QFD. The Customer-Driven Approach to Quality Planning and Deployment. Tokyo, Asian Productivity Organization, 1994. 365 p.

21 Farokhnia M., Beheshtinia M.A. A three-dimensional house: extending quality function deployment in two organizations. Management Decision. 2018. doi: 10.1108/MD 06–2017–0588

22 Camgoz-Akdag H., Imer H.P., Ergin K.N. Internal customer satisfaction improvement with QFD technique. Business Process Management Journal. 2016. vol. 22. no. 5. pp. 957–968. doi: 10.1108/BPMJ 01–2016–0022

23 Ryan N. Taguchi Methods and QFD. Hows and Whys for Management. Dearborn, Michigan, ASI Press, 1988. 110 p.

24 QFD Online. Available at: http://www.qfdonline.com/

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мария А. Гурина к.э.н., доцент, кафедра Государственной, муниципальной службы и менеджмента, Академия при Президенте Российской Федерации, РАНХиГС, Липецкий филиал, ул. Интернациональная, 3, г. Липецк, 398050, Россия, mag30@mail.ru

Юлия В. Румянцева к.э.н., доцент, кафедра менеджмента, Липецкий государственный технический университет, ул. Московская, 30, г. Липецк, 398600, Россия, ru.lstu@gmail.com

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Maria A. Gurina Cand. Sci. (Econ.), associate professor, State, municipal service and management department, Lipetsk state technical University, International street, 3, Lipetsk, 398050, Russia, mag30@mail.ru

Julia V Rumyantseva Cand. Sci. (Econ.), associate professor, management department, Academy under the President of the Russian Federation , Moskovskaya str., 30, Lipetsk, 398600, Russia, ru.lstu@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Мария А. Гурина консультация в ходе исследования, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Юлия В. Румянцева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты

CONTRIBUTION

Maria A. Gurina consultation during the study, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Julia V Rumyantseva review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 30.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 03.06.2019

RECEIVED 4.30.2019

ACCEPTED 6.3.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 338,3

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-336-340

Бережливое производство как фактор роста конкурентоспособности субъекта хозяйствования

Галина С. Армашова-Тельник [1] atgs@yandex.ru

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ул. Большая Морская, 67, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия

Аннотация. В статье описывается сущность технологии бережливого производства и основные инструменты ее внедрения и реализации. Посредством применения простейшего инструментария "бережливого производства", руководство предприятий формирует у работников видение конкретного результата, изменение осознанного мышления, что в свою очередь, в дальнейшем, позволит интегрировать в процесс производства и управления более сложные элементы "бережливого производства". Необходимо отметить, что отдельный инструмент "бережливого производства отвечает за решение определенной задачи или ее части, тогда как их комплексная практика обеспечивает достижение запланированных показателей. Высокий уровень результативности в различных сферах хозяйствования детерминирован внедрением технологии «бережливого производства» в различные сферы деятельности. Предлагаемая модель управления внедрением «бережливого производства» принимает во внимание фундаментальные основы концепции с учетом ситуационных условий, в которых действует субъект хозяйствования. Ключевой элемент данной модели отражает философский аспект сущности «бережливого производства» стратегические ориентиры, партнерские взаимоотношения, повышение профессионального уровня работников, непрерывное обучение, идентификацию и решение задач. Согласование общей концепции и поставленных целей в предлагаемой модели конкретизируют применяемый инструментарий технологии «бережливого производства». Для оценки эффективности внедрения технологии в деятельность предприятия предлагается формирование визуально-графического элемента позволяющего сравнить результаты как относительно одного субъекта в различных календарных периодах, так и в части сравнения двух и более субъектов хозяйствования. Оптимизируя управление ресурсами с помощью интеграции технологии «бережливого производства» предприятие существенно увеличивает экономию издержек, повышает производственную результативность.

Ключевые слова: бережливое производство, инструменты интеграции, эффективное функционирование, конкурентоспособность

Lean production as a factor of competitiveness of a business entity

Galina S. Armashova-Telnik [1] atgs@yandex.ru

[1] St. Petersburg State University Aerospace Instrumentation, St. Petersburg, 190000, Russia

Abstract. The article describes the essence of lean manufacturing technology and the main tools for its implementation and implementation. Through the use of the simplest “lean manufacturing” toolkit, the management of enterprises forms a vision of a specific result for employees, a change in conscious thinking, which in turn, in the future, will allow integrating into the production and management process more complex elements of “lean manufacturing”. It should be noted that a separate tool "lean production is responsible for solving a specific task or part of it, while their integrated practice ensures the achievement of planned indicators. A high level of performance in various areas of business is determined by the introduction of lean technology into various fields of activity. The proposed management model the introduction of "lean production" takes into account the fundamental basis of the concept, taking into account the situational conditions, in which the subject of management operates. The key element of this model reflects the philosophical aspect of the essence of "lean production" strategic orientations, partnerships, improving the professional level of workers, continuous learning, identification and problem solving. Harmonization of the overall concept and goals in the proposed model specifies the applied technology tools “Lean production.” To assess the effectiveness of the introduction of technology in the activities of the enterprise, Xia formation visual graphic elements can compare the results of one subject as relatively different calendar periods, and in terms of comparing two or more business entities. By optimizing resource management through the integration of lean manufacturing technology, an enterprise significantly increases cost savings, improves production performance

Keywords: lean manufacturing, integration tools, efficient operation, competitiveness.

Введение

В современных условиях хозяйствования, высокой конкуренции, динамичных колебаний потребительского выбора предприятиям необходимо ориентироваться на развитие инновационных направлений деятельности. Так, концепция «бережливого производства» является одним из высокоэффективных технологических подходов при управлении субъектом хозяйствования. Подход предполагает оптимизацию процессов формирования спроса, его удовлетворения посредством продукции высокого качества, минимизации запасов ресурсных объемов перманентный квалификационный рост работников, интеграционные технологические процессы на производстве (с расширением партнерских связей).

Для цитирования

Армашова-Тельник Г.С. Бережливое производство как фактор роста конкурентоспособности субъекта хозяйствования //Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 336–340. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-336-340

For citation

Armashova-Telnik G.S. Lean production as a factor of competitiveness of a business entity. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 336–340. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-336-340

В качестве системы управления «бережливое производство» [9] включает в себя ряд подсистем (рисунок 1).

Рисунок 1. Структурный состав системы управления «Бережливое производство»

Figure 1. The structural composition of the “lean manufacturing” management system

В составе системы управления «бережливое производство» фокусирование на потребностях заказчика, ориентация на базовые параметры результативности, раскрытие долгосрочных направлений деятельности отражается в подсистеме «стратегическое управление». В рамках реализации подсистемы «процессы» определяются и минимизируются потери, происходит упорядочивание бесперебойного производственного потока изделий, структурализация механизмов решения задач. Подсистема «персонал» обеспечивает непрерывное совершенствование качества работников, реализацию рационализаторских идей, эффективную командную работу, информационную прозрачность. Оптимальное функционирование подсистем предоставляет возможность субъекту хозяйствования сформировать инновационный фундамент управления, нацеленный на наращивание темпов труда работников и повышение конкурентоспособности производимой продукции.

Реализуясь в процессе хозяйственной деятельности российских предприятий, «бережливое производство» находит выражение в характерных особенностях:

– субъекты хозяйствования в России ориентированы на высокую скорость возврата инвестиций от внедренной технологии «бережливого производства», желая сохранить существующий порядок управления на предприятии, в том числе на уровне топ-менеджмента;

– руководство предприятий согласно инвестировать высокую долю ресурсов в инновации и комплекс оборудования, которые обеспечивают технологический отрыв в конкурентной борьбе, однако остается неохваченным вопрос постоянного совершенствования производственной и управленческой деятельности с неопределённым финансовым результатом;

– инструментарий «бережливого производства» в России применяется больше в рамках утилитарного подхода, без учета его философской концепции, выражающей всеобъемлющие и многогранные культурные преобразования, включая и позицию стратегических ориентиров, и подход – «правильный» процесс дает «правильные» результаты, и качественный рост ценности предприятия посредством развития потенциала работников и партнеров, и систематическую работу над решением ключевых задач, что в целом оказывает стимулирующее воздействие на обучающие процессы в организации.

Тогда как инициируя применение простейшего инструментария «бережливого производства», отражающего его концептуальную сущность, руководство предприятий формирует у работников видение конкретного результата, изменение осознанного мышления, что обеспечивает возможность интегрирования в процессы производства и управления более сложными (в части реализации) элементами «бережливого производства» с развитием дальнейшей цикличности в совершенствовании деятельности субъекта хозяйствования (рисунок. 2)

Рисунок 2. Цикличность совершенствования функционирования субъекта хозяйствования

Figure 2. Cyclicity of improving the functioning of the business entity

Кроме того, необходимо отметить ключевые принципы интегрирования бережливого производства в российском секторе хозяйствования, применение которых демонстрирует успешное протекание процесса внедрения [3].

1. Результативность интеграции инструментария бережливого производства обеспечивается в случае согласованного (с внедряемой концепцией) видения топ-менеджмента, что требует трансформации управленческой структуры предприятия.

2. Вовлечение персонала в реализацию процессов интегрирования бережливого производства.

3. Формирование специалистов по популяризации концепции бережливого производства на предприятии среди персонала.

4. Инициация пилотных проектов в качестве верификации эффективности инструментов бережливого производства для демонстрации работникам применения принципа «иди и смотри».

5. Унификация, стандартизация достигнутых позиций, их нормирование, формирование методологических положений для фиксации и дальнейшего повышения результатов.

Материализация вышеперечисленных принципов обеспечивает высокую степень управляемости субъектом хозяйствования, активизацию потенциала работников, повышение роста конкурентоспособности производимой продукции.

Подчеркнем, что, представляя собой решения, посредством которых повышается экономический эффект без дополнительных крупных инвестиционных затрат, которые способствуют совершенствованию всего спектра бизнес-процессов на предприятии, инструментарий внедрения бережливого производства формирует три функциональных группы (рисунок. 3) [1, 2].

Рисунок 3. Инструментарий внедрения «Бережливое производство»

Figure 3. Implementation tools “lean manufacturing”

Подчеркнем, что отдельный инструмент «бережливого производства» отвечает за решение определенной задачи или ее части, тогда как их комплексная практика обеспечивает достижение запланированных показателей.

В настоящее время в системе бизнес-хозяйствования принято выделять ряд базовых [7] инструментов «бережливого производства» (рисунок. 4)

Рисунок 4. Базовые инструменты внедрения «бережливого производства»

Figure 4. Basic tools for implementing “lean manufacturing”

Ликвидация скрытых потерь здесь отражает ресурсопотребляющее действие, однако не создающее ценности для заказчика. 5SM Вейдера предполагает структурирование задач, повышение производственных показателей, оптимизацию условий труда, качественное повышение дисциплины труда на предприятии. Оперативная переналадка (SWED) обеспечивает минимизацию временных отрезков на переналадку, что подразумевает обработку больших объемов продукции, исключение аккумуляции складских запасов. Система «точно вовремя» (JIT) позволяет формировать и расширять диапазон той продукции на производстве, потребность в которой определена в конкретном количестве и в конкретный период времени [10]. Сущность системы «канбан» заключается в информированном согласовании санкционирования на изготовление продукции в системе вытягивающего типа. Исключение возможности совершения ошибок реализуется посредством инструмента недопущения ошибок. Относительно «карты потока ценности» можно говорить об упрощенной схеме изображений отдельных шагов передвижения материальных и информационных потоков, требуемых для выполнения заказа. Фундаментальной основой метода «кайдзен» является принцип перманентного совершенствования внутренних бизнес-процессов предприятия с минимизацией ресурсных затрат (в том числе с вовлечением персонала).

Анализ практикоприменения технологии «бережливого производства» (обобщение мнений исследователей в данной области [4, 6, 8]) позволяет представить определенную последовательность этапов интеграции (рисунок 5).

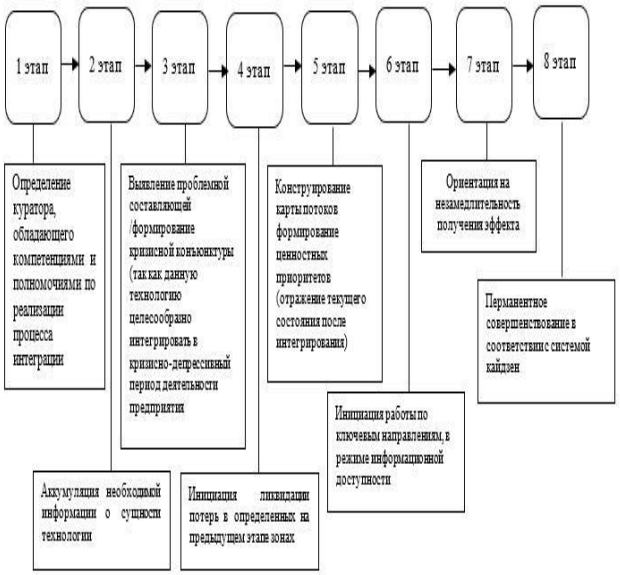


Рисунок 5. Алгоритм внедрения технологии «бережливое производство»

Figure 5. Algorithm for the implementation of technology “lean manufacturing”

Подчеркнем, что, представляя собой суммирование обобщенного комплекса практик эффективного управления в мировой системе хозяйствования, практикоприменение данной технологии позволяет существенно повысить эффективность производительность хозяйствующих структур. Так, по данным ЮНИДО, CIA WorldFactbook [9, 10] по вопросам интеграции технологии «бережливого производства» в деятельность субъектов хозяйствования обеспечивается увеличение производительности труда работников в 5–10 раз; сокращается период простоя на производстве в 7–20 раз; снижается период времени цикла производства в 25–107 раз; минимизируются складские запасы в 2,5–6,0 раз; уменьшаются потери (бракованная продукция) в 12–53 раз; растет скорость вывода на рынок новаций в 3–6 раз.

Кроме того, разные аспекты [5, 6, 8] внедрения технологии «бережливого производства» в различных сферах деятельности демонстрируют высокий уровень результативности в различных секторах хозяйствования. В сфере электронной промышленности достигнута экономия около 2 млн долл. за 6 мес.; в отрасли производства потребительских товаров – 135 тыс. долл. за неделю; в отрасли цветной металлургии – рост производительности на 40 %. Что детерминирует актуализацию процессов разработки и перманентного совершенствования инструментария технологии «бережливого производства». В связи с чем формируется потребность в конструировании модели, демонстрирующей перспективные решения при интеграции инструментария «бережливого производства».

Предлагаемая модель управления внедрением «бережливого производства» (рисунок. 6) принимает во внимание фундаментальные основы концепции с учетом ситуационных условий, в которых действует субъект хозяйствования.

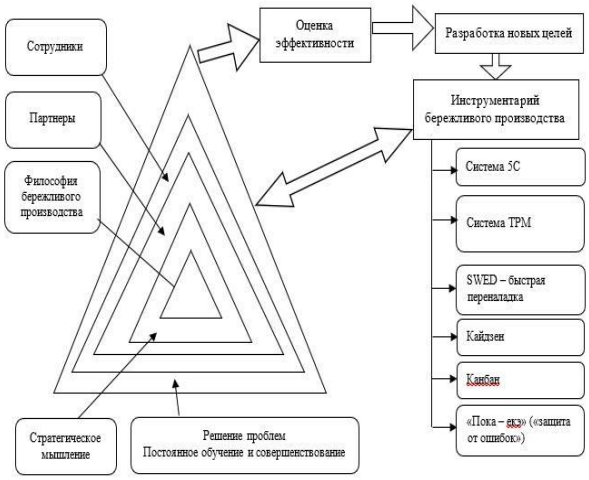


Рисунок 6. Модель управления внедрением технологии «бережливое производство»

Figure 6. “Lean manufacturing” technology management model

Здесь ключевой элемент модели отражает философский аспект сущности «бережливого производства», стратегические ориентиры, партнерские взаимоотношения, повышение профессионального уровня работников, непрерывное обучение, идентификацию и решение задач. Результаты экспертной оценки эффективности интеграции технологии «бережливого производства» на предприятии в рамках реализуемой модели позволяют определить целесообразность принятого курса, потенциал финансовых перспектив возможных инвестиций при разработке идей и конкретизации целей и задач. Осуществлять оценку эффективности внедрения технологии «бережливое производство» целесообразно, отталкиваясь от структурного состава системы управления. В рамках отдельных подсистем рассматривать цифровые данные показателей в удельном весе (%), что позволит определить средний балл (выставленный экспертами). Подсистема «стратегическое управление» может включать в себя такие показатели, как: наличие / отсутствие стратегического управления на предприятии; наличие / отсутствие философии «бережливого производства»; декларация и принципы «бережливого производства»; вовлеченность руководства топ-менеджмента и выше; KPI – ключевые показатели эффективности;

мониторинг требований целевой аудитории; оценка удовлетворенности потребителей. [11]. В оцениваемые показатели подсистемы «персонал» целесообразно включить обучение работников; оценку уровня их сплоченности; наличие / отсутствие и уровень качества кайдзен-предложений; степень развитости механизма по формированию специалистов, популяризирующих философию «бережливого производства». Подсистема «процессы» может отражать данные о наличии / отсутствии метода 5S; использование системы вытягивания; равномерное распределение работ; применение методов визуального контроля; уровень снижения потерь; степень повышения качества продукции и обслуживания; степень повышение качества; результативность работы с поставщиками и дилерами по «бережливому производству».

Кроме того, согласованность общей концепции модели и поставленных целей в предлагаемой модели обуславливают и конкретизируют применяемый инструментарий технологии «бережливого производства». Следовательно, реализуя оценку эффективности внедрения технологии «бережливое производство» на предприятии в рамках предлагаемой модели представляется возможным формирование визуально-графического элемента, позволяющего сравнить результаты как относительно одного субъекта в различных календарных периодах, так и в части сравнения двух и более субъектов хозяйствования.

Заключение

Интегрирование технологии «бережливое производство» в деятельность предприятий посредством оптимизации процессов управления ресурсами позволяет существенно увеличить экономию издержек, повысить производственную результативность, конкурентоспособность субъекта хозяйствования на отраслевом рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1.Глухов В.В., Балашова, Е.С. Производственный менеджмент. Анатомия резервов. Leanproduction. 2017. 370 с.

2.Джордж М. Бережливое производство в сфере услуг. М.: Издательство «Альпина Бизнес Букс», 2014. 144 с.

3.Имаи М. Канбан: ключ к успеху японских компаний. М.: Издательство «Альпина Бизнес Букс», 2017. 201 с.

4.Россия в цифрах. 2018: крат.стат. сб. Росстат-М., 2018. 522 с.

5.Джонс Д., Вумек Д. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. М.: Альпина Паблишер, 2018. 472 с.

6.Конти Т. «Качество. Упущенная возможность?». Издательство «Стандарты и качество», 2017. 216 с.

7.Васильев В.Л., Седов С.А., Устюжина О.Н. Бережливое производство как метод повышения экономической безопасности предприятий и организаций // Науковедение. 2015. Т. 7. № 5. URL: http://naukovedenie.ru/index.php? p=vol7–5

8.CIA World Fact book. URL: https://www.nation-master.com/

9.ЮНИДО. URL: https://www.unido.org/who-we-are/unido-rief

10. Тульчинский С. Практика бережливого производства, особенности ЛИН проектов в России. URL: http://www.b2b-group.ru/publications/2009/06/15/1

11. Голдсби Т., Мартиченко Р. Бережливое производство и 6 сигм в логистике. Руководство по оптимизации логистических процессов. М.: Гревцов Паблишер, 2016. 416 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Галина С. Армашова-Тельник к.э.н., доцент, кафедра программно-целевого управления в приборостроении, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ул. Большая Морская, 67, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия, atgs@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Галина С. Армашова-Тельник написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.03.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.04.2019

REFERENCES

1.Glukhov V.V., Balashova, E.S. Production management. Anatomy of reserves. Leanproduction. 2017. 370 p. (in Russian).

2.George M. Lean manufacturing in the service sector. Moscow, Alpina Business Books Publishing House, 2014. 144 p. (in Russian).

3.Imai M. Kanban: the key to the success of Japanese companies. Moscow, Alpina Business Books Publishing House, 2017. 201 p. (in Russian).

4.Russia in numbers. 2018: a brief statistical digest. Rosstat-M., 2018. 522 p. (in Russian).

5.Jones D., Vumek D. Lean manufacturing: How to get rid of losses and achieve the prosperity of your company. Moscow, Alpina Publisher, 2018. 472 p. (in Russian).

6.Conti T. “Quality. A missed opportunity? Publishing house “Standarty i kachestvo”, 2017. 216 p. (in Russian).

7.Vasiliev V.L., Sedov S.A., Ustyuzhina O.N. Lean production as a method of increasing the economic security of enterprises and organizations. Science of Science. 2015. vol. 7. no. 5. Available at: http://naukovedenie.ru/index.php?p =vol7–5 (in Russian).

8.CIA World Fact book. Available at: https://www.nationmaster.com/

9.UNIDO. Available at: https://www.unido.org/who-we-are/unido-brief)

10. Tulchinsky S. The practice of lean manufacturing, especially LIN projects in Russia. Available at: http://www.b2b-group.ru/publications/2009/06/15/1 (in Russian).

11. Goldsby T., Martichenko R. Lean manufacturing and 6 sigma in logistics. Guidelines for optimizing logistics processes. Moscow, Grevtsov Pablisher, 2016. 416 p. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Galina S. Armashova-Telnik Cand. Sci. (Econ.), associate professor, program-oriented management in instrumentation department, St. Petersburg State University Aerospace Instrumentation, St. Petersburg, 190000, Russia, atgs@yandex.ru

CONTRIBUTION

Галина С. Армашова-Тельник wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.7.2019

ACCEPTED 4.18.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 620.9

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-341-351

Опыт поддержки развития технологий накопления энергии в зарубежных странах

Леонид В. Калимуллин [1] KalimullinLV@rushydro.ru
Денис К. Левченко [1] LevchenkoDK@rushydro.ru
Юлия Б. Смирнова [1] SmirnovaIUB@rushydro.ru
Екатерина С. Тузикова [1] TuzikovaES@rushydro.ru

[1] ПАО «РусГидро», ул. Малая Дмитровка, 7, г. Москва, 127006, Россия

Аннотация. Цель исследования – анализ механизмов поддержки развитыми странами систем аккумулирования и хранения энергии. Проведен анализ основных мировых глобальных и региональных вызовов/проблем и их влияния на перспективы развития систем аккумулирования и хранения энергии в России. Рассмотрены различные механизмы и инструменты государственной и частной поддержи технологии аккумулирования и хранения энергии в странах-лидерах по развитию данной энергетической отрасли (страны Европейского Союза, США, Китай). Сформулированы ключевые рекомендаций для обеспечения возможности создания рынка систем накопления энергии в России. Научная новизна заключается в разработке теоретических и методологических положений системы стимулирования развития технологий аккумулирования и хранения энергии, базирующихся на опыте стран с высоким уровнем технологического развития в энергетической сфере, способной обеспечивать постановку и достижение стратегических технологических фронтиров развития государства. Рекомендации могут быть использованы в практике разработки стратегических и программных документов энергетической отрасли, включая отраслевые программы развития и корпоративные документы энергетических компаний; в обосновании проектов по реализации инициатив по созданию и развитию систем накопления энергии; в процессе разработки образовательных программ в сфере энергетики и проектов сотрудничества вузов с предприятиями реального сектора экономики.

Ключевые слова: накопление энергии; аккумуляторы, технологии; системы поддержки; энергетика; возобновляемые источники энергии

Foreign experience of supporting development of technologies of storage of energy

Leonid V. Kalimullin [1] KalimullinLV@rushydro.ru
Denis K. Levchenko [1] LevchenkoDK@rushydro.ru
Yulia B. Smirnova [1] SmirnovaIUB@rushydro.ru
Ekaterina S. Tuzikova [1] TuzikovaES@rushydro.ru

[1] RusHydro, Malaya Dmitrovka Street, 7, Moscow, 127006, Russia

Abstract. The purpose of the research is to analyze the needs for supporting developed systems of energy storage and storage systems. The analysis of the main global global challenges and challenges associated with the prospects for the development of energy storage and storage systems in Russia. Energy storage and storage technologies in the leading countries for the development of this energy industry (European Union countries, USA, China). Recommendations are formulated to ensure the possibility of creating energy storage systems in Russia. Scientific novelty lies in the development of theoretical and methodological provisions of a system for stimulating the development of energy storage and storage technologies, based on experiments with a high level of technological development in the energy sector, capable of setting and achieving strategic technological fronts of state development. Energy industries, including industry development programs and corporate documents of energy companies; in support of projects for the implementation of initiatives for the development and development of energy storage systems; in the process of developing educational programs in the field of energy and cooperation projects.

Keywords: energy storage, batteries, technologies, support systems, energy, renewable energy sources

Введение

Сложность понимания рынка хранения энергии представляет собой серьезное препятствие для инвесторов и производителей технологий. Среди влияющих факторов – структура оптового энергетического рынка, характер кривых локального спроса для различных потребителей, региональная архитектура генерации и сетевой инфраструктуры и, прежде всего, ценовая политика, регулирующая интеграцию систем накопления энергии (СНЭ), которая может быть возмездной или иметь право на получение

Для цитирования

Калимуллин Л.В., Левченко Д.К., Смирнова Ю.Б., Тузикова Е.С. Опыт поддержки развития технологий накопления энергии в зарубежных странах // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 341–351. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-341-351

For citation

Kalimullin L.V., Levchenko D.K., Smirnova Yu.B., Tuzikova E.S. Foreign experience of supporting development of technologies of storage of energy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 341–351. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-341-351

компенсации. Учитывая тот факт, что СНЭ совмещают в себе свойства как генератора, так и потребителя, порядок и механизм стимулирования является более сложным, чем механизмы поддержки ветра или солнца. Учитывая дополнительные эффекты от применений СНЭ, такие, как: снижение пиковой нагрузки, управление спросом и предложением, регулирование частоты, более эффективная интеграция возобновляемых источников энергии (ВИЭ, Smart Grid), управление энергией с помощью виртуальных электростанций, перенос нагрузки, регулировка частоты плюс потенциальная выгода от многочисленных синергетических денежных потоков, доходов всей цепочки производства-потребления, общая картина развития СНЭ на глобальном уровне приобретает совершенно другой вид.

Проблематика развития систем накопления энергии широко представлена в материалах международных аналитических агентств: IRENA [1–2], ESA [3], IEA [4–5], GTM Research [6], Bloomberg New Energy Finance [7–9], Lazard [10]. В России в рамках реализации дорожной карты «Энерджинет» ведется активная работа Центром стратегических разработок по аккумулированию знаний, прогнозам развития технологий накопления энергии (Концепция развития рынка систем хранения электроэнергии в Российской Федерации, «Рынок систем накопления электроэнергии в России: потенциал развития») [11–13].

Несмотря на формирование в странах и регионах минимально необходимой нормативной базы, обеспечивающей поддержку и развитие СНЭ, существует ряд сложностей, без преодоления которых масштабное развитие СНЭ затруднено. Обобщенно, с учетом рассматриваемых стран и регионов, можно выделить следующие «болевые точки».

1) Фрагментированная структура регулирования, то есть отсутствие единообразного подхода к регулированию, нормативные и политические особенности приводят к неравномерностям возможностей и развития СНЭ даже в рамках одной страны или макрорегиона.

2) Хранение размывает традиционные линии между генерацией, передачей и потреблением – традиционно классификация субъекта электрического рынка используется для определения как оплачиваются / компенсируются оказанные услуги. При использовании СНЭ происходит размытие производителей и потребителей, что усложняет процесс взаимодействия между различными службами и регулирующими органами.

3) Несовершенная структура рынков услуг по регионам и территориям, в частности, инертное потребление, услуги государственного регулирования, аварийный старт и реактивная мощность отсутствуют в ряде регионов и компенсируются через другие механизмы, предназначенные для централизованной энергосистемы.

4) Отсутствие преимуществ для хранилища, расположенного на стороне клиента, – умные сети и распределенная генерация направлены на повышение эффективности в энергосистеме. При этом большинство конечных пользователей не осведомлены и не настроены на переход к динамическому ценообразованию и модернизации энергосистемы за счет встраивания современных технологических решений.

5) Низкий уровень интеграции СНЭ в энергосистему, сопровождающийся при этом несинхронизацией в достаточной мере планов строительства СНЭ с планами сетевых операторов, в том числе оставление без учета перспективных балансов мощности.

Кроме этого, в числе сложностей есть проблема выделения потока электроэнергии по структуре владения и установлению соответствующих тарифов и субсидий, а также порядок получения лицензий / разрешений на продажу электрической энергии (по аналогии с генератором). Кроме того, в части планов регионов и стран по переходу на ВИЭ и снижению выбросов углекислого газа зачастую отсутствуют целевые ориентиры по использованию СНЭ.

Результаты и обсуждение

Рассмотрение механизмов поддержки СНЭ, исходя из мирового опыта развития и совершенствования технологий хранения энергии, можно представить в виде иерархии, которая основана на целях и масштабах государства по развитию направления и отображает технологическую зрелость технологий (рисунок 1).

Когда государство только прорабатывает возможные сценарии создания и развития области СНЭ и ее внедрение и встраивание в существующую инфраструктуру, система поддержки может быть определена в формате государственного, частного фондированного финансирования НИОКР (R&D) разработок и создания пилотных опытных образцов.

В качестве одной из мер поддержки инновационных технологий государства реализуют различные программы стимулирования развития новых технологий в энергетике, отвечающих современным приоритетам как в обеспечении собственных потребностей в энергоресурсах,

так и в осуществлении поставок на мировые энергетические рынки. При этом многие государства стремятся повышать долю стабильного и надежного обеспечения своих потребностей в безопасной и чистой энергии, вкладывая в соответствующие разработки большие ресурсы (рисунок 2).

Для коммерческих игроков и стартапов в сфере технологии хранения энергии достаточно тяжело оставаться в курсе фундаментальных исследований, проводимых во всем мире. Для новичков в хранении энергии – задача еще более масштабная. Основное внимание уделяется научно-исследовательской деятельности, которая направлена на совершенствование практических технологий хранения энергии в отличие от теоретических. С учетом доминирования на рынке СНЭ литий-ионных технологий в области R&D в настоящее время научные и финансовые ресурсы сосредоточены именно в этих технологиях. В части технологий гидроаккумулирования энергии (ГАЭС), воздушных и проточных накопителей, маховиков и других более зрелых технологий, бесспорно, введутся значительные НИОКР, но масштаб действия значительно меньший.

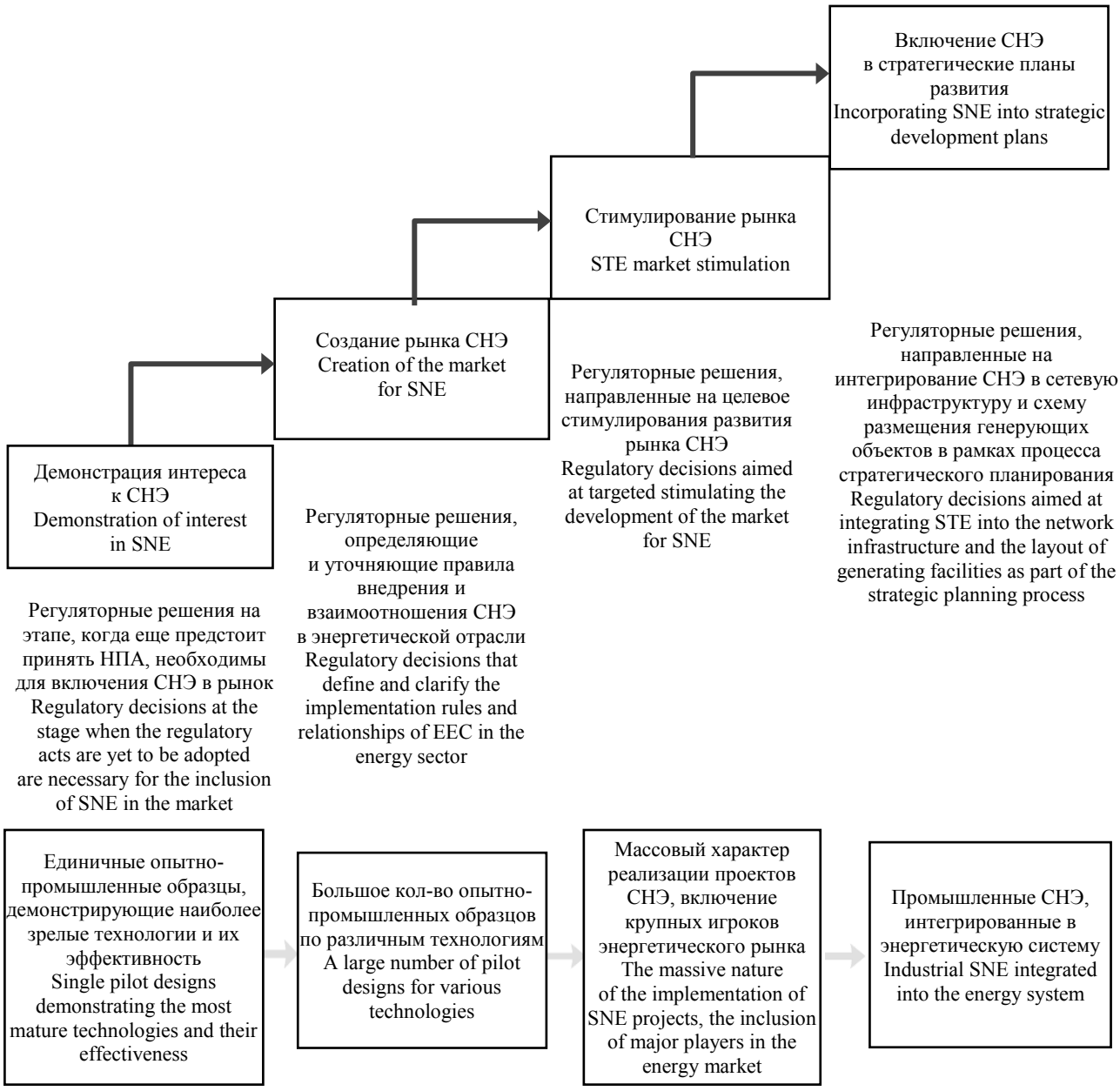


Рисунок 1. Механизмы поддержки систем накопления энергии

Figure 1. Energy storage systems' supporting mechanisms

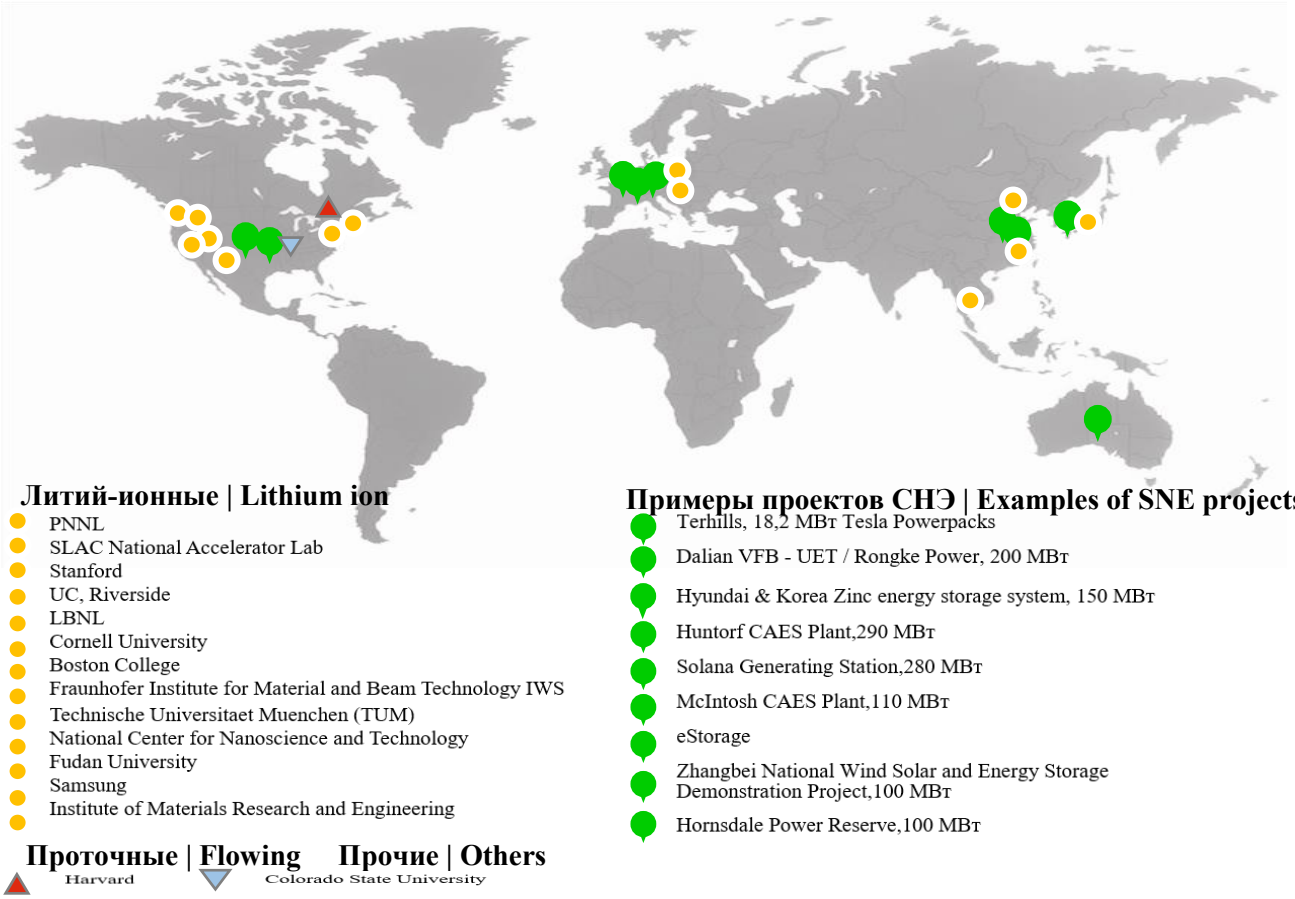


Рисунок 2. R&D центры по хранению энергии в мире
Figure 2. R&D energy storage centers in the world

Европейский Союз (ЕС) является одним из мировых технологических лидеров. В целях поддержки и поощрения исследований Европейская комиссия последовательно реализует программы научно-технологического развития «Framework Programmes» (рамочные программы), которые финансируются за счет государственных и частных источников. С 1984 г. насчитывается восемь программ – FP1-FP8 (рисунок 3). В седьмую рамочную программу исследований и разработок (FP7), завершившуюся в 2013 г., вошли 377 исследовательских проектов в области энергетики по развитию ВИЭ, СНЭ и сетей. Один из таких проектов – eStorage (2012–2017 гг.) – направлен на повышение рентабельности решений для интеграции СНЭ в масштабе сетевой инфраструктуры Европейского Союза.

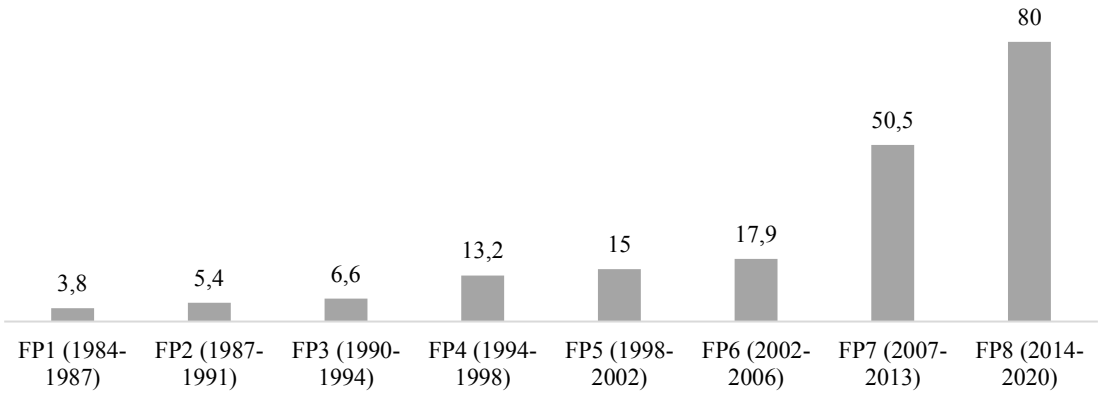


Рисунок 3. Объем финансирования программы научно-технологического развития ЕС, млрд евро
Figure 3. Funding of the EU program of scientific and technological development, billion euros

Основными механизмами инновационной поддержки, реализуемыми посредством рамочной программы, являются:

- предоставление льготного кредитования и налоговых льгот;
- частные вложения в инновации;
- программа развития венчурного инвестирования в технологии (инвестиционное агентство TBG);
- высокоэффективная система защиты прав на интеллектуальную собственность (реализуемая через законодательство, судебную систему, надзорные механизмы);
- патентная библиотека (открытая информация);
- протекционистская политика (при проведении разработок, ведущихся на государственные средства подрядчики должны использовать отечественное оборудование).

В 2011 г. по инициативе Европейской Комиссии была образована Европейская Ассоциация по хранению энергии (EASE), деятельность которой направлена на уточнение и применение СНЭ в рамках энергетической политики ЕС. В 2013 г. EASE для целей декарбонизации Европы выпустила дорожную карту технологии СНЭ, устанавливающую все потенциальные площадки для применения СНЭ в секторах генерации, продажи и транспортировки электроэнергии исходя из состояния технологии СНЭ, возможных путей развития, стоимостных и технических показателей.

Государственное финансирование исследовательских проектов, связанных с СНЭ, обеспечивается программой Intelligent Energy Europe Program (IEE) и Объединенным исследовательским центром (JRC). В рамках первой подобной программы (2003 г.) с бюджетом в 730 млн евро на три проекта по интеграции ВИЭ и СНЭ выделено 3,2 млн евро. Финансирование на уровне ЕС осуществляется в основном посредством финансирования НИОКР (R&D), в то время как финансирование на уровне стран идет либо на исследования, либо на демонстрационные проекты.

Европа является ключевой площадкой для развития технологии хранения энергии по нескольким причинам. Во-первых, в Европе самая совершенная экологическая и углеводородная политика, направленная на переход от углеводородной генерации на ВИЭ. Во-вторых, Европа имеет передовую промышленную базу по технологиям хранения энергии и инновациям, крупные R&D центры и промышленные производства, а также значительный опыт внедрения технологий СНЭ. В-третьих, правительства европейских стран признают ценность хранения и на уровне ЕС в целом, и на уровне стран, в связи с чем предпринимают шаги по созданию стимулов и рыночной структуры, необходимых для содействия накоплению энергии. Однако возможности для хранения существенно различаются в зависимости от страны. Каждая страна обладает различными ресурсами, например, Франция обладает большой атомной генерацией, в Англии почти отсутствует солнечная генерация, в Норвегии – большое количество ГЭС и ГАЭС. По странам отличаются структура рынков электроэнергии, ценообразование и уровень цен, сетевая инфраструктура. Ряд стран хорошо интегрированы, а другие имеют узкие места в передаче энергии.

Ключевые функции СНЭ в Европе:

- регулирование баланса мощности (генерация и потребление), частоты энергосистемы, оперативное резервирование мощности, снижение величины перетоков по транзитным ЛЭП и потерь в сетях;
- использование запасенной энергии в аварийных и послеаварийных режимах энергосистемы;
- улучшение коэффициента использования установленной мощности (КИУМ), режимов работы и безопасности АЭС;
- продление ресурса оборудования за счет снижения количества пусков и остановов генерирующего оборудования ТЭС, улучшение удельных показателей расхода топлива;
- увеличение КИУМ ГЭС за счет исключения недовыработки электроэнергии в период холостых сбросов;
- переход к онлайн платформе по планированию спроса и потребления энергии за счет балансирования потоков и интеграции СНЭ.

С точки зрения накопителей, в ЕС действует более 9,3 ГВт ГАЭС [14], при этом страны различаются по структуре и объему платы за передачу и распределение, интеграцию ВИЭ и СНЭ.

Если рассматривать политику отдельных стран, в Германии существуют более 200 программ государственной поддержки предпринимателей, осуществляемой через государственные банки и организации-операторы государственных программ, такие как High-Tech Gründerfonds, организованные как государственно-частное партнерство, имеющие портфель порядка 500 компаний.

Правительство Германии активно участвуют в исследованиях и разработке технологий СНЭ [15]. В 2012 г. соответствующая среднесрочная программа получила финансирование в объеме 200 млн евро при участии Министерства образования и исследований (BMBF), Министерства окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности (BMU) и Министерства экономики и технологии (BMWi). Несколько главных немецких научно-исследовательских институтов также участвуют в разработках технологии хранения энергии. Что касается специализации, то Германия фокусирует усилия R&D на батареях NaS и проточных батареях. Демонстрационные проекты в Германии, как правило, финансируются за счет частных или государственных фондов.

Дополнительно к поддержке пилотных проектов и R&D Германия проводит политику субсидирования СНЭ, интегрированных в проекты солнечных генераторов. Размер гранта составляет до 600 долл. на 1 кВт или до 30 % от цены аккумулятора. В свою очередь, Великобританией с 2016 г. обеспечена возможность полноценного включения СНЭ в национальные рынки мощности и их участия в аукционах [16], тем самым сформирован для СНЭ источник окупаемости.

США остаются мировым центром инноваций в области энергетических технологий и энергоресурсов. За последние годы Калифорнийские венчурные инвесторы обеспечили основную часть инвестиций в разработку ветровых, солнечных, аккумуляторных и других технологий. Рост инновационных разработок активно стимулируется энергетическими грантами и гарантиями по кредитам. Подобным примером является учрежденная Конгрессом в 2007 г. программа DARPA-E. Многие технологии ВИЭ получили первое (субсидированное) коммерческое развертывание именно в США. В некоторых случаях коммунальные службы США такие, как и American Electric Power (AEP), AES и ConEd имеют более чем десятилетний опыт разработок и внедрения технологий накопления энергии для разнообразного применения в сети. Агентством ARPA-E недавно запущена программа Duration Addition to Electricity Storage (DAYS), в рамках которой реализуется конкурс разработок накопителей, позволяющих с низкой стоимостью хранить электроэнергию для ее использования в течение 10–100 ч.

В целом поддержка инноваций в США охватывает следующие значимые направления:

- поддержка исследований в университетах и исследовательских институтах [17];
- система федеральных лабораторий и трансфера технологий;
- университетские исследования и научные фонды [18];
- система коллаборации в промышленности [19];
- создание инновационных кластеров (кластер включает в себя направление аккумулирования Triangle Park – FREEDM System Center, который занимается разработкой систем по хранению и распределению энергии. Центр поддерживают 60 компаний, производящих электроэнергию);
- стимулирование малого бизнеса на проведение инновационных исследований (The Small Business Innovation Research Program – SBIR);
- программа по распространению технологий, реализуемых малым бизнесом (The Small Business Technology Transfer Program – STTR);
- программа по стимулированию инвестиционных компаний для малого бизнеса (The Small Business Investment Company – SBIC);
- налоговые преференции;
- федеральные гранты и гарантии по займам для развития технологий, предоставляемые в соответствии American Recovery and Reinvestment Act (ARRA).

Также в США активно развита практика финансирования разработок и проектов со стороны независимых инвестиционных фондов по направлению СНЭ. Примерами подобных фондов выступают следующие:

- фонд I2BF – венчурный фонд, осуществляющий инвестиции, в том числе в производителей аккумуляторов США – Primus Power, имеющий запатентованную технологию аккумулирования электрической энергии, работающей на основе химического соединения бромид цинка и технологий в области потоковых систем. Сумма инвестиций – 6 млн долл. плюс 32 млн долл.;
- Breakthrough Energy Ventures (BEV) – фонд развития возобновляемой энергетики (основатель Б. Гейтс). Фонд инвестирует в коммерциализацию новых технологий по сокращению выбросов парниковых газов и другие смежные направления, в том числе производство электроэнергии, ее транспортировку и хранение, сельское хозяйство, промышленные процессы, а также энергоэффективность. Общий бюджет – более 1 млрд долл.;
- Energy storage fund (Gore street Capital) – основанный в Великобритании фонд, инвестирующий в технологии накопления, сотрудничающий с компанией NEC.

- Ontario Teacher's Pension Plan – пенсионный фонд Онтарио (323 тыс. учителей-пенсионеров), активно инвестирующий в ВИЭ и системы накопления;
- проект GigaFactory (инвестиции со стороны компании Panasonic);
- QuantumScape (инвестиции компании Volkswagen в размере 100 млн долл.) проект направлен на разработку твердотельных батарей для применения в электромобилях;
- компания Stem (занимается вопросами повышения энергетической эффективности с применением интеллектуальных технологий, в том числе и систем накопления энергии) была проинвестирована в 1 квартале 2018 г. на сумму 80 млн долл. компаниями Activate Capital, Ontario Teacher's Pension Plan, Temasek;
- Ionic Materials (разработка нового полимерного аккумулятора в качестве конкурента литий-ионным аккумуляторам) в 1 квартале 2018 г. получили 65 млн долл. от Dyson, Samsung, A123, Hitachi, Renault, Nissan, Mitsubishi.

Федеральная поддержка СНЭ исходит из целей повышения надежности [20], эффективности энергосистемы и лучшего использования волатильных ВИЭ, таких как солнечная и ветровая энергия. Федеральная политика поддержки представлена в различных формах, включая:

- общую структуру рынка;
- законы, принятые Конгрессом для поддержки конкуренции, доступа и хранения;
- нормативные директивы Федеральной комиссии по регулированию энергетики (FERC).

Общая структура оптового энергетического рынка США достаточно хорошо развита и включает рынки мощности, передачи, вспомогательных услуг и сервисов, а также торговлю квотами на выбросы загрязняющих веществ и возобновляемые источники энергии. Сложность этой структуры и участие множества децентрализованных участников государственного и частного рынка призывает регуляторов внимательно следить за барьерами для новых игроков и новых технологий, а также обеспечения надлежащих стимулов для предоставления необходимых услуг по низким ценам. Для примера, с учетом опыта великих отключений 1970-х гг. во многих регионах существует относительно высокая плата за дополнительные услуги. Теперь, когда возобновляемая энергия достигла коммерческого масштаба во многих зонах США, политики воспринимают накопление энергии как следующий логический шаг, который согласуется с энергетической политикой для электромобилей, а также в целом соответствует национальным целям технологического и промышленного лидерства. Как в случае с ВИЭ, США взяли на себя технологическое лидерство и сейчас стремятся также занять лидирующие позиции в области СНЭ [21].

Чтобы подчеркнуть необходимость сохранения технологического лидерства в области хранения энергии, Конгресс еще в 2007 г. принял закон об энергетической независимости и безопасности, содержащий раздел, посвященный конкурентоспособности хранения энергии. В частности, закон предусматривал создание финансируемых из федерального бюджета исследовательских лабораторий по хранению энергии, а также нового национального комитета по разработке пятилетнего плана по хранению энергии. Закон определил приоритетные направления развития СНЭ:

- накопление энергии для повышения эффективности использования микросистем в сельских районах;
- интеграция системы накопления энергии с самовосстанавливающейся сетью;
- использование накопителей энергии для повышения безопасности инфраструктуры при чрезвычайных и аварийных ситуациях;
- интеграция ВИЭ и источников удаленной автономной генерации и контроль напряжения;
- использование накопителей энергии для предоставления дополнительных услуг;
- продвижение систем преобразования энергии, внедрение «умных» систем;
- использование СНЭ для оптимизации передачи и распределения энергии, управления пиковой нагрузкой домов, предприятий и сети, хранения энергии во время непикового потребления;
- эффективное использование существующих сетевых активов.

На федеральном уровне FERC является самым важным игроком в области СНЭ. В последние годы FERC занимает активную позицию в снижении энергетических барьеров в области хранения энергии, что нашло выражение в принятии целого ряда нормативных актов, последовательно определявших положение СНЭ на рынке и их полноценную интеграцию в энергосистему (в частности, FERC Order № 719, 745, 755, 764, 784,792). В 2018 г. (FERC Order № 841, 845) были устранены ограничения на участие СНЭ в оптовых рынках для обеспечения эффективного и недискриминационного доступа СНЭ, конкуренции и равных условий, а также пересмотрен порядок техприсоединения генерирующих объектов и накопителей к сетям. Цель изменений – «более эффективно интегрировать ресурсы накопителей энергии в организованные оптовые

рынки в целях совершенствования конкуренции и способствовать тому, чтобы на этих рынках устанавливались справедливые и разумные цены» [22]. Принятие директив в 2018 г. является ключевым шагом к широкомасштабному внедрению СНЭ, а также показателем их экономической состоятельности и признания полноправными участниками рынка.

Кроме того, в США поддержка СНЭ реализуется и на уровне отдельных штатов. В частности, штат Нью-Йорк в июне 2018 г. утвердил «дорожную карту» по внедрению до 2025 г. СНЭ суммарной мощностью 1,5 ГВт [23]. Проект ориентирован в том числе на максимально эффективную интеграцию растущего сегмента ВИЭ в энергосистему, а также снижение на 1 млн т выбросов парниковых газов и создание 30 тыс. рабочих мест до 2030 г. В «дорожной карте» представлены конкретные меры по ускорению развертывания СНЭ в штате.

В их числе финансовое стимулирование внедрения накопителей путем изменения коммунальных тарифов для «отражения экологических преимуществ» и сохранения работоспособности системы, которые СНЭ привносят в сетевое хозяйство. Изменения касаются отраслевого регулирования, они направлены на эффективное интегрирование накопителей как участников оптовых и розничных рынков электроэнергии и мощности.

Китай. В 2016 г. был утвержден Национальный 5-летний энергетический план [24], продолживший в части СНЭ вектор развития, заложенный в предшествовавшем National Energy Technology 12th Five-Year Plan, в котором определены ключевые технологии СНЭ и НИОКР, предполагающие реализацию демонстрационных проектов. Основные усилия страны в сфере опытно-промышленных объектов сосредоточены на проектах по установке хранения энергии на сжатом воздухе, а также проектах маховика, магнитного суперконденсатора, никель-солевого аккумулятора, проточного аккумулятора (на 1 МВт) [25].

В качестве ключевых направлений и проектов НИОКР определены:

- разработка металл-воздушных или любых более современных технологий;
- разработка технологий крупномасштабного сверхкритического аккумулятора на сжатом воздухе;
- дальнейшее развитие ионообменных мембран для проточных аккумуляторов;
- создание платформы для разработки технологических и инженерных стандартов;
- разработка платформы для защиты интеллектуальной собственности СНЭ;
- налаживание и развитие широкой международной кооперации и сотрудничества в области новых технологий СНЭ.

Китайское правительство уже поддержало ряд пилотных проектов, таких как Zhangbei National Wind Solar and Energy Storage Demonstration Project (100 МВт ветровой энергии, 40 МВт солнечной и 20 МВт аккумуляторы), пилотные проекты накопителей в Guangdong и Hunan (на 10 МВт), а также большое количество небольших по масштабу проектов СНЭ, интегрированных с солнечными батареями.

Согласно изданному в 2017 г. «Руководству по продвижению технологий хранения энергии и развитию соответствующей промышленности» (Guidance on the Promotion of Energy Storage Technology and Industry Development) в течение следующих 5 лет планируется ускорение развития накопителей энергии в Китае [26]. Кроме того, Национальной комиссией по развитию и реформам (National Development and Reform Commission) к концу 2020 г. предусмотрена реализация пилотных проектов по строительству систем накопления энергии на 100 МВт, функционирующих основе ванадиевых проточных аккумуляторов и дальнейшим масштабированием аналогичных проектов.

Для стимулирования инновационных разработок в Китае используются следующие механизмы поддержки:

- утверждено положение об обязательном использовании части освобождаемой от налога прибыли на инновационные цели;
- создан координационный административный орган инновационной деятельности малого и среднего предпринимательства (МСП);
- предоставлены налоговые преференции для инновационных МСП;
- созданы системы финансовой поддержки инновационных МСП;
- обеспечено консультационное и техническое обслуживание инновационных МСП;
- созданы бизнес-инкубаторы для поддержки быстроразвивающихся инновационных МСП;
- приняты меры по содействию государства в организации венчурных фондов для финансирования инновационных МСП (наиболее крупный – Sinovation Ventures).

Другой мерой государственной поддержки отрасли хранения энергии является прямое государственное финансирование проектов и разработок. В частности, реализованы демонстрационные проекты по работе солнечной станции в паре с аккумуляторной батареей; развитию технологии стабилизации производства ветровой энергии

за счет СНЭ; верификации работы СНЭ с крупными солнечными станциями; созданию крупных систем аккумулирования энергии с приоритетом на удешевление технологий.

В течение последних лет центральное правительство Китая реализовало ряд проектов поддержки СНЭ. При этом большая часть китайской политики основывается на целевых показателях, установленных в 5-летних программах развития. Соответственно большинство регламентирующих документов связано с процессом промышленного планирования Китая.

В частности, в 2014 г. был утвержден Национальный 5-летний энергетический технологический план («National Energy Technology 12th Five-Year Plan»), в котором определены ключевые технологии СНЭ и НИОКР, далее вектор развития этих технологий был подтвержден в 13 пятилетних планах, запущенных в 2016 г. (с учетом плановых периодов) [27], включая «13th Five Year Plan for Power Sector Development».

Данные программные документы среди прочего содержат руководящие принципы или предложения, предназначенные для правительств провинций и городов по разработке собственных планов развития. Следуя этим общим рекомендациям, региональные и муниципальные органы власти реализуют локальные меры поддержки хранения энергии в своих 5-летних планах развития.

Из действующих регуляторных решений необходимо отметить, что в Китае объекты ГАЭС классифицируется как элементы системы передачи электрической энергии. Для объектов, введенных до 2004 г., устанавливается двухставочная система оплаты электрической энергии (более низкая цена для покупки энергии и высокая цена во время продажи).

Отдельно в стране с 2009 г. реализована поддержка электромобилей и подзаряжаемых гибридов, по числу которых Китай с 2016 г. занимает первое место в мире. Меры включают субсидии на покупку, налоговые льготы, сниженные тарифы на электроэнергию, бесплатную парковку, упрощенную регистрацию, возможность въезда в центр города. В дополнение к этому государство субсидирует инфраструктурное развитие, устанавливает экологические стандарты, перевод общественного транспорта на электричество.

Отдельно стоит отметить и выстроенную систему государственно-частного партнерства в части поддержки технологического развития, в том числе технологий систем накопления энергии, включающую более чем 130 особых экономических зон, в которых технологическим компаниям, осуществляющим технологические инновации по приоритетным направлениям деятельности, предоставляются налоговые и иные преференции.

Заключение

На основании международного опыта развития и поддержки систем аккумулирования и хранения энергии в качестве рекомендаций по созданию рынка СНЭ в России предлагаются последовательные поступательные шаги по таким ключевым направлениям.

1. Устранение барьеров и старт реализации демонстрационных проектов по наиболее перспективным, конкурентоспособным СНЭ и проведение НИОКР по развитию и созданию технологий аккумулирования и хранения энергии.

2. Обеспечение поддержки проектов СНЭ в целях их внедрения и встраивания в энергосистему и выход на экономическую привлекательность для инвесторов и собственников.

3. Создание комплекса мер по поддержке технологий и обеспечение возможности внедрения и тиражирования проектов как на уровне малого и среднего предпринимательства, так и на уровне конечных потребителей систем накопления и аккумулирования энергии.

4. Снятие регуляторных барьеров и совершенствование нормативно-правового и нормативно-технического регулирования с целью сокращения формальных препятствий и сложностей в применении СНЭ для различных субъектов электроэнергетики, а также повышения эффективности использования данных систем для потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Battery Storage for Renewables: Market Status and Technology Outlook. IRENA, 2015. URL: https://www.irena.org/documentdownloads/publications/irena_battery_storage_report_2015.pdf

2 Electricity storage and renewables: costs and markets to 2030. IRENA, 2017. URL: http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Oct/IRENA_Electricity_Storage_Costs_2017.pdf

3 35x25: A Vision for Energy Storage. The Energy Storage Association (ESA). URL: http://energystorage.org/vision2025

4 Technology Roadmap. Energy storage. The International Energy Agency (IEA). 2014.

5 World Energy Outlook 2017. IEA. 2017.

6 The Next Five Years in Energy Storage According to 500 Energy Professionals. GTM Research. URL: http://storage.pardot.com/264512/44552/The_Next_Five_Years_in_Energy_Storage_According_to_500_Energy_Professionals.pdf

7 Global Storage Market to Double Six Times by 2030. Bloomberg New Energy Finance. URL: https://about.bnef.com/blog/global-storage-market-double-six-times-2030

8 Nereim V., Cunningham S. Saudis, SoftBank Plan World's Largest Solar Project. Bloomberg. URL: https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-03-28/saudi-arabia-softbank-ink-deal-on-200-billion-solar-project

9 Shankleman J. Contact Lens Technology Could Revolutionize Electric Vehicles. Bloomberg. URL: https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-12-06/contact-lens-technology-could-revolutionize-electric-vehicles

10 Lazard's Levelized Cost of Storage Analysis. Lazard. 2017. 60 с. URL: https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-storage-2017.

11 Концепция развития рынка систем хранения электроэнергии в Российской Федерации. Министерство энергетики Российской Федерации URL: https://minenergo.gov.ru/view-pdf/9013/74739

12 Экспертно-аналитический доклад «Новая технологическая революция: Вызовы и возможности для России». ЦСР. 2017. URL: https://csr.ru/wp-content/uploads/2017/10/novaya-tehnologicheskaya-revolutsiya-2017–10–13.pdf

13 Экспертно-аналитический доклад «Рынок систем накопления электроэнергии в России: потенциал развития». ЦСР. 2018. URL: https://www.csr.ru/issledovaniya/rossijskij-rynok-nakopitelej-elektroenergii-mozhet-vyrasti-do-3-mlrd-dollarov-v-god.

14 Energy Storage Trends and Opportunities in Emerging Markets. 2017. URL: https://www.esmap.org/sites/default/files/esmap-files/7151-IFC-EnergyStorage-report.pdf

15 The New High-Tech Strategy. Innovations for Germany. Federal Ministry of Education and Research of Germany. 2014. URL: https://www.bmbf.de/en/index.html.

16 Stoker L. Storage secures 3.2GW of Capacity Market contracts in auction success. 2016. URL: https://www.solarpowerportal.co.uk/news/battery_storage_secures_3.2gw_of_capacity_market_contracts_in_auction_succe

17 Инновационная система США: политика развития инновационной среды. 2017 URL: http://integral-russia.ru/2017/08/03/innovatsionnaya-sistema-ssha-politika-razvitiya-innovatsionnoj-sredy.

18 Strategy for American Innovation. US National Economic Council, US Office of Science and Technology Policy. 2015. URL: https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/uploads/InnovationStrategy.pdf

19 Performance of Commercially Available Supercapacitors, Mazen Yassine and Drazen Fabris, Mechanical Engineering Department, Santa Clara University, USA. 2017. URL: http://www.mdpi.com/1996–1073/10/9/1340/pdf

20 Energy Storage. Office of Electricity Delivery & Energy Reliability. 2013.

21 Maloney P. FERC order opens 'floodgates' for energy storage in wholesale markets. Utilitydive. 2018. URL: https://www.utilitydive.com/news/ferc-order-opens-floodgates-for-energy-storage-in-wholesale-markets/517326

22 FERC Issues Final Rule on Electric Storage Participation in Regional Markets. 2018. URL: https://www.ferc.gov/media/news-releases/2018/2018–1/02–15–18-E-1.asp#.W87OA2j7SF4

23 New York State Energy Storage Roadmap and Department of Public Service / New York State Energy Research and Development Authority Staff Recommendations. 2018. URL: https://www.ethree.com/wp-content/uploads/2018/06/NYS-Energy-Storage-Roadmap-6.21.2018.pdf.

24 Power Sector Reforms Announced in China's 13th Five Year Plan. Chinese energy storage alliance. 2016. URL: http://www.chinapower.com.cn/focus/20161108/64097.html.

25 Li Y., Li Y., Ji P., Yang J. Development of energy storage industry in China: A technical and economic point of review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. № 49. P. 805–812.

26 Guidance on the Promotion of Energy Storage Technology and Industry Development. 2017. URL: https://chinaenergyportal.org/guiding-opinions-promoting-energy-storage-technology-industry-development.

27 Solomon D., Cai J., Haacke O. New Five-Year Plans Promote Energy Industry Reform. China business review. 2017. URL: https://www.chinabusinessreview.com/new-five-year-plans-promote-energy-industry-reform

REFERENCES

1 Battery Storage for Renewables: Market Status and Technology Outlook. IRENA, 2015. Available at: https://www.irena.org/documentdownloads/publications/irena_battery_storage_report_2015.pdf

2 Electricity storage and renewables: costs and markets to 2030. IRENA, 2017. Available at: http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Oct/IRENA_Electricity_Storage_Costs_2017.pdf

3 35x25: A Vision for Energy Storage. The Energy Storage Association (ESA). Available at: http://energystorage.org/vision2025

4 Technology Roadmap. Energy storage. The International Energy Agency (IEA). 2014.

5 World Energy Outlook 2017. IEA. 2017.

6 The Next Five Years in Energy Storage According to 500 Energy Professionals. GTM Research. Available at: http://storage.pardot.com/264512/44552/The_Next_Five_Years_in_Energy_Storage_According_to_500_Energy_Professionals.pdf

7 Global Storage Market to Double Six Times by 2030. Bloomberg New Energy Finance. Available at: https://about.bnef.com/blog/global-storage-market-double-six-times 2030

8 Nereim V., Cunningham S. Saudis, SoftBank Plan World's Largest Solar Project. Bloomberg. Available at: https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-03-28/saudi-arabia-softbank-ink-deal-on-200-billion-solar-project

9 Shankleman J. Contact Lens Technology Could Revolutionize Electric Vehicles. Bloomberg. Available at: https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-12-06/contact-lens-technology-could-revolutionize-electric-vehicles

10 Lazard's Levelized Cost of Storage Analysis. Lazard. 2017. 60 p. Available at: https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-storage 2017.

11 The concept of development of the electricity storage systems market in the Russian Federation. Ministry of Energy of the Russian Federation. Available at: https://minenergo.gov.ru/view-pdf/9013/74739 (in Russian).

12 Expert-analytical report «New technological revolution: Challenges and opportunities for Russia». CSR. 2017. Available at: https://csr.ru/wp-content/uploads/2017/10/novaya-tehnologicheskaya-revolutsiya-2017–10–13.pdf. (in Russian).

13 Expert-analytical report "The market of power storage systems in Russia: the development potential". CSR. 2018. Available at: https://www.csr.ru/issledovaniya/rossijskij-rynok-nakopitelej-elektroenergii-mozhet-vyrasti-do-3-mlrd-dollarov-v-god. (in Russian).

14 Energy Storage Trends and Opportunities in Emerging Markets. 2017. Available at: https://www.esmap.org/sites/default/files/esmap-files/7151-IFC-EnergyStorage-report.pdf

15 The New High-Tech Strategy. Innovations for Germany. Federal Ministry of Education and Research of Germany. 2014. Available at: https://www.bmbf.de/en/index.html.

16 Stoker L. Storage secures 3.2GW of Capacity Market contracts in auction success. 2016. Available at: https://www.solarpowerportal.co.uk/news/battery_storage_secures_3.2gw_of_capacity_market_contracts_in_auction_succe

17 Innovation System: Innovative Environment Development Policy (USA). 2017. Available at: http://integral-russia.ru/2017/08/03/innovatsionnaya-sistema-ssha-politika-razvitiya-innovatsionnoj-sredy (in Russian).

18 Strategy for American Innovation. US National Economic Council, US Office of Science and Technology Policy. 2015. Available at: https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/uploads/InnovationStrategy.pdf

19 Performance of Commercially Available Supercapacitors, Mazen Yassine and Drazen Fabris, Mechanical Engineering Department, Santa Clara University, USA. 2017. Available at: http://www.mdpi.com/1996–1073/10/9/1340/pdf

20 Energy Storage. Office of Electricity Delivery & Energy Reliability. 2013.

21 Maloney P. FERC order opens 'floodgates' for energy storage in wholesale markets. Utilitydive. 2018. Available at: https://www.utilitydive.com/news/ferc-order-opens-flood-gates-for-energy-storage-in-wholesale-markets/517326

22 FERC Issues Final Rule on Electric Storage Participation in Regional Markets. 2018. Available at: https://www.ferc.gov/media/news-releases/2018/2018–1/02–15–18 E 1.asp#.W87OA2j7SF4

23 New York State Energy Storage Roadmap and Department of Public Service / New York State Energy Research and Development Authority Staff Recommendations. 2018. Available at: https://www.ethree.com/wp-content/uploads/2018/06/NYS-Energy-Storage-Roadmap 6.21.2018.pdf.

24 Power Sector Reforms Announced in China's 13th Five Year Plan. Chinese energy storage alliance. 2016. Available at: http://www.chinapower.com.cn/focus/20161108/64097.html.

25 Li Y., Li Y., Ji P., Yang J. Development of energy storage industry in China: A technical and economic point of review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. no. 49. pp. 805–812.

26 Guidance on the Promotion of Energy Storage Technology and Industry Development. 2017. Available at: https://chinaenergyportal.org/guiding-opinions-promoting-energy-storage-technology-industry-development.

27 Solomon D., Cai J., Haacke O. New Five-Year Plans Promote Energy Industry Reform. China business review. 2017. Available at: https://www.chinabusinessreview.com/new-five-year-plans-promote-energy-industry-reform

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Леонид В. Калимуллин к.э.н., начальник управления, управление стратегического развития, ПАО «РусГидро», ул. Малая Дмитровка, 7, г. Москва, 127006, Россия, KalimullinLV@rushydro.ru

Денис К. Левченко главный эксперт, управление стратегического прогнозирования, ПАО «РусГидро», ул. Малая Дмитровка, 7, г. Москва, 127006, Россия, LevchenkoDK@rushydro.ru

Юлия Б. Смирнова главный эксперт, управление стратегического прогнозирования, ПАО «РусГидро», ул. Малая Дмитровка, 7, г. Москва, 127006, Россия, SmirnovaIUB@rushydro.ru

Екатерина С. Тузикова начальник управления, управление инвестиционного анализа, ПАО «РусГидро», ул. Малая Дмитровка, 7, г. Москва, 127006, Россия, TuzikovaES@rushydro.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.02.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.04.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Leonid V. Kalimullin Cand. Sci. (Econ.), head of department, department of strategic development, RusHydro, Malaya Dmitrovka Street, 7, Moscow, 127006, Russia, KalimullinLV@rushydro.ru

Denis K. Levchenko chief expert, department of strategic forecasting, RusHydro, Malaya Dmitrovka Street, 7, Moscow, 127006, Russia, LevchenkoDK@rushydro.ru

Yulia B. Smirnova chief expert, department of strategic forecasting, RusHydro, Malaya Dmitrovka Street, 7, Moscow, 127006, Russia, SmirnovaIUB@rushydro.ru

Ekaterina S. Tuzikova head of department, department of investment analysis, RusHydro, Malaya Dmitrovka Street, 7, Moscow, 127006, Russia, TuzikovaES@rushydro.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 2.10.2019

ACCEPTED 4.19.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 360

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-352-358

Особенности организации инвестиционной деятельности в овощеводстве Воронежской области

Людмила А. Запорожцева [1] ludan23@yandex.ru
Александр В. Масик [1] masikav@list.ru

[1] Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, Воронеж, 394087, Россия

Аннотация. Даны предложения по необходимости развития организации инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве, особенно в наиболее уязвимых его отраслях. Обосновано, что инвестиционная деятельность должна осуществляться непрерывно, то есть перманентно воспроизводиться. Доказано, что перманентный процесс воспроизводства форм капитала, превращение инвестиционных вложений в прирост капитальной стоимости и их полное возмещение имеет свою специфику в сельском хозяйстве в силу подверженности влиянию специфических факторов, которые выделены и перечислены. Исследованы подходы к организации инвестиционной деятельности российских и зарубежных ученых-экономистов, выявлены региональные особенности организации инвестиционной деятельности в Воронежской области. Предложено драйвером развития сельского хозяйства области на основе организации инвестиционной деятельности считать отрасль овощеводства. Дана краткая характеристика отрасли овощеводства, выявлены и систематизированы общие, отраслевые и организационно-экономические особенности функционирования овощеводческих организаций, оказывающие влияние на процесс воспроизводства инвестиционной деятельности в них. Изучен инвестиционный климат региона, направления государственной программы развития овощеводства, инвестиционные проекты, заложенные инвестиционной стратегией и стратегией социально-экономического развития области в части изучаемой отрасли. Сделан вывод возможности развитии регионального овощеводства путем областной поддержки (льготы, компенсации) и содействия инвестиционной деятельности бизнеса. Это позволит увеличить объем производства овощей как для внутреннего потребления, так и на экспорт.

Ключевые слова: инвестиционная деятельность, овощеводство, Воронежская область

Features of the organization of investment activities in vorobyn vegetable of Voronezh region

Lyudmila A. Zaporozhtseva [1] ludan23@yandex.ru
Alexander V. Masik [1] masikav@list.ru

[1] Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter The Great, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia

Abstract. Suggestions are given on the need to develop the organization of investment activity in agriculture, especially in its most vulnerable sectors. It is proved that investment activity should be carried out continuously, that is, permanently reproduced. It is proved that the permanent process of reproducing forms of capital, turning investment into capital gains and their full compensation has its own specifics in agriculture due to its exposure to specific factors that are highlighted and listed. The approaches to the organization of investment activity of Russian and foreign scientists and economists are investigated, regional features of the organization of investment activity in the Voronezh region are revealed. It is proposed to consider the vegetable growing industry as a driver for the development of agriculture in the region based on the organization of investment activity. A brief description of the vegetable growing industry is given, the general, sectoral and organizational-economic features of the functioning of vegetable growing organizations that affect the process of reproduction of investment activity in them are identified and systematized. The investment climate of the region, the directions of the state program for the development of vegetable growing, investment projects laid down by the investment strategy and the strategy of socio-economic development of the region in terms of the industry under study were studied. The conclusion is drawn on the possibility of developing regional vegetable growing through regional support (benefits, compensation) and the promotion of investment business. This will increase the production of vegetables both for domestic consumption and for export..

Keywords: investment activity, vegetable growing, Voronezh region

Введение

Потребность масштабного инвестирования в основной капитал аграрной сферы вызвана необходимостью решения государственных проблем различного характера – от развития сельских территорий, сохранения территориальной целостности страны и обеспечения равными конституционными правами городского и сельского населения до решения демографических проблем и обеспечения продовольственной безопасности государства. В этой связи необходим комплекс мер по организации инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве, особенно в наиболее уязвимых его отраслях.

Для цитирования

Запорожцева Л.А., Масик А.В. Особенности организации инвестиционной деятельности в овощеводстве Воронежской области // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 352–358. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-352-358

For citation

Zaporozhtseva L.A., Masik A.V. Features of the organization of investment activities in vorobyn vegetable of Voronezh region. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 352–358. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-352-358

Инвестиционная деятельность И.А. Бланком [1] трактуется как «целенаправленно осуществляемый процесс формирования необходимого инвестиционного капитала, выбора наиболее эффективных объектов (инструментов) осуществления инвестиций, составление сбалансированной по выбранным параметрам инвестиционной программы (инвестиционного портфеля) и контроля за его реализацией». Инвестиционная деятельность предприятия является динамическим процессом единства инвестирования и эксплуатации инвестиций. Инвестиционная деятельность должна осуществляться непрерывно, то есть перманентно воспроизводиться.

Воспроизводство инвестиционной деятельности с позиции Г.Т. Аширбаевой и А.М. Калдыбековой [2] представляет собой «совокупность процессов формирования инвестиционных ресурсов, их вложения в инвестиционные объекты, получения дохода в результате использования инвестиций и реинвестирования части полученного дохода, обеспечивающих воспроизводство хозяйственной отраслевой системы».

Перманентный процесс воспроизводства форм капитала, превращение инвестиционных вложений в прирост капитальной стоимости и их полное возмещение имеет свою специфику в сельском хозяйстве в силу подверженности влиянию специфических факторов:

— инвестиционная политика (политическая, экономическая и правовая стабильность, формирование благоприятного инвестиционного климата, расширение долевого участия государства в инвестировании, совершенствование конъюнктуры инвестиционных рынков, инфраструктурное обеспечение инвестиционных процессов, информационно-консультационная поддержка инвесторов);

— экономические (масштабность кооперации и интеграции, финансовая устойчивость и платежеспособность предприятий, производительность труда, налоговая и кредитная политика, паритетность цен, создание оптово-распределительных центров;

— технико-технологические (уровень технического оснащения хозяйств, степень обновления сельхозтехники, применение энерго- и ресурсосберегающей техники, улучшение интенсивных технологий, обновление технологий в животноводстве, разработка технологий на адаптивно-ландшафтной основе);

— инновационные (биологические характеристики растений, генетический потенциал животных, выведение новых пород животных, расширение племенного животноводства, формирование агротехнополисов, бизнес-инкубаторов, создание сети трансферта инвестиций в АПК) [2].

Для того чтобы вышеуказанная совокупность факторов способствовала развитию сельскохозяйственных предприятий, необходимо осуществлять организацию инвестиционной деятельности. Применительно к инвестиционной деятельности сельскохозяйственных организаций термин «организация» К.С. Терновых, Д.В. Чернов [3] предлагают трактовать как «комплекс мероприятий, направленных на создание, принятие и реализацию инвестиционных проектов в установленные сроки при максимально возможном уровне эффективности с минимально допустимым уровнем инвестиционного риска».

Изучению вопроса организации инвестиционной деятельности посвящены труды многих зарубежных экономистов. Среди них Haendel D. [4], Hrytsaienko H. [5], Sakhno A. [6], Yin Y., Li Y. [7], считающих, что рост производства и повышение качества сельскохозяйственной продукции, укрепление продовольственной безопасности страны базируются на внедрении самых передовых технологий в агробизнесе. Для их успешного функционирования необходимо решить ряд сложных задач, одной из которых является разработка эффективного механизма инвестирования в сельское хозяйство. Вместе с тем ими предлагается учитывать особенности организации инвестиционной деятельности на конкретной территории.

Обсуждение

Нами выявлены региональные особенности организации инвестиционной деятельности в Воронежской области на основе изучения практики функционирования Областного государственного бюджетного учреждения «Агентство по инвестициям и стратегическим проектам». Реализация инвестиционных проектов в нашем регионе сводится к нескольким шагам:

— заключение соглашения о сотрудничестве между Правительством Воронежской области и инвестором;

— решение межведомственной комиссии по размещению производительных сил о предварительном согласовании места размещения предприятия;

— рассмотрение Экспертным советом вопроса о присвоении инвестиционному проекту статуса «Особо значимого», означающего получение государственной (областной) господдержки;

— включение в Перечень особо значимых инвестиционных проектов Воронежской области;

– заключение договора об осуществлении инвестиционной деятельности [8].

Драйвером развития сельского хозяйства Воронежской области на основе организации инвестиционной деятельности способна стать отрасль овощеводства.

Овощеводство Воронежской области на сегодня представлено преимущественно предприятиями тепличного хозяйства: СПК «Воронежский тепличный комбинат», ООО ТК «Воронежский» Бобровского района и ООО «Родина» Семилукского района. Объем реализации овощей закрытого грунта составляет 88% от выручки по отрасли. Самым крупным производителем овощей закрытого грунта является СПК «Воронежский тепличный комбинат».

ООО «Майс» Калачеевского района производит овощи как открытого, так и закрытого грунта. Среди региональных производителей овощей открытого грунта (ООО «Гера и Пройсс» Калачеевского района, ООО «Осень» Каширского района, СПК «Лискинский» Лискинского района, ООО «Логус-Агро» Новоусманского района, ЗАО «Острогожскадпитомник» Острогожского района, ООО «Ближнеполубянское» Острогожского района, ООО АПК «Александровское» Панинского района) крупнейшей организацией является ООО «Логус-Агро», выручка от реализации овощей которого в 2018 г. составила 61 млн р.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о низкой эффективности отрасли овощеводства в Воронежской области.

Таблица 1.

Эффективность реализации овощей сельскохозяйственными предприятиями Воронежской области 2018 г.

Table 1.

Efficiency of selling vegetables by agricultural enterprises of the Voronezh region in 2018

Наименование Name	Прибыль от реализации, тыс. р. Profit from sales, thousand roubles	Рентабельность продаж, % Return on sales, %
Овощи закрытого грунта | Greenhouse vegetables		
СПК «Воронежский тепличный комбинат» APC “Voronezh greenhouse complex”	77 985	10,5
ООО ТК «Воронежский» Бобровского района LLC TC “Voronezh” Bobrovsky district	143	5,4
ООО «Родина» Семилукского района LLC “Rodina” Semiluksky district	-32 678	-39,2
ООО Майс Калачеевского района LLC Mays Kalacheevsky district	23	4,0
Овощи открытого грунта | Open field vegetables		
ООО «Майс» Калачеевского района LLC “Mays” Kalacheevsky district	-164	-4,2
ООО «Гера и Пройсс» Калачеевского района LLC “Gera i Proyss” Kalacheevsky district	356	33,0
ООО «Осень» Каширского района LLC “Osen'” Kashirsky district	-2 743	-7,9
СПК «Лискинский» Лискинского района APC “Liskinsky” Liskinsky district	-256	-393,8
ООО «Логус-Агро» Новоусманского района LLC “Logus-Agro” Novousmansky district	-4 197	-6,9
ЗАО «Острогожскадпитомник» Острогожского района CJ-SC “Ostrogozhsksadpitomnik” Ostrogozhsky district	-1 340	-46,4
ООО «Ближнеполубянское» Острогожского района LLC “Blizhnepolubyanskoye” Ostrogozhsky district	-1 978	-271,7
ООО АПК «Александровское» Панинского района LLC APK “Aleksandrovskoe” Paninsky district	3 559	38,4
Итого по отрасли | Total industry	38 710	4,11

Среди восьми сельскохозяйственных организаций, производящих овощи открытого грунта, прибыльными являются лишь два (ООО АПК «Александровское» Панинского района и ООО «Гера и Пройсс» Калачеевского района). Организации, занимающиеся производством овощей закрытого грунта, функционируют эффективнее, например, рентабельность СПК «Воронежский тепличный комбинат» – 10,5%, ООО ТК «Воронежский» Боборовского района – 5,4% и ООО «Майс» Калачеевского района – 4,0%. Неэффективно функционирующим является ООО «Родина» Семилукского района – убыточность продажи овощей данного предприятия составляет 39,2%. В этой связи считаем, что только СПК «Воронежский тепличный комбинат» в 2018 г. имел собственные источники для расширенного воспроизводства основных средств.

В данном случае мы видим необходимость в дифференциации государственной поддержки сельского хозяйства, направленной на обеспечение максимизации роста производства путем наиболее эффективного использования бюджетных средств с целью расширенного воспроизводства инвестиционной деятельности и непрерывного возмещения потребленных ресурсов в увеличивающемся объеме. С нашей позиции следует увязать условия предоставления господдержки овощеводческим организациям, с эффективностью их деятельности.

В своих суждениях ссылаемся на исследования лауреата Нобелевской премии по экономике 2014 г. Ж. Тироля [9], который концентрируется на стимулах и цели деятельности организации, придерживаясь гипотезы максимальной прибыли (основная цель организации – получение максимально возможной прибыли; при наличии альтернатив выбирается тот проект, который принесет большую прибыль). Однако стимулы организации могут быть различными и вступать в противоречие с полным страхованием. Ж. Тироль рассматривает более подробно модель с двумя сторонами при наличии риска и дохода.

Помимо стимулов Тироль подробно рассматривал конкуренцию на рынке, в том числе на продуктовом, и принятие неэффективных решений. Им доказано, что конкурирующие фирмы должны принимать новые эффективные решения, для того чтобы развиваться. В случае необоснованного выбора неэффективных решений конкурирующими фирмами, по мнению Тироля, необходимо решать проблему делегирования и контроля.

В этой связи изучим законодательную инициативу по развитию инвестиционной деятельности в овощеводстве Воронежской области и существующие направления господдержки развития этой отрасли.

В рамках государственной программы Воронежской области «Развитие сельского хозяйства, производства пищевых продуктов и инфраструктуры агропродовольственного рынка» сформирована подпрограмма «Развитие овощеводства открытого и защищенного грунта и семенного картофелеводства» [10], включающая следующие основные мероприятия:

– поддержку доходов сельскохозяйственных товаропроизводителей в области развития производства семенного картофеля и овощей открытого грунта;

– создание и модернизацию объектов картофелехранилищ (овощехранилищ) и теплиц.

В качестве целевых индикаторов развития овощеводства области заложены: обеспечение роста объема производства овощей открытого и защищенного грунта; прирост мощностей по хранению картофеля и овощей открытого грунта; прирост площадей теплиц и др.

Нам кажется, что реализация государственной программы развития овощеводства сопряжена с инвестиционной деятельностью в данной отрасли, учитывая преимущества Воронежской области в части удобства географического положения; высокого кадрового и научного потенциала; широкого спектра областной поддержки инвестиционной деятельности; наличия индустриальных парков с развитой инфраструктурой; а также опыта реализации масштабных инвестиционных проектов.

Инвестиционной стратегией Воронежской области на период до 2020 г. и основными направлениями до 2030 г. [11] предусмотрено строительство:

– тепличного комплекса ООО СХП «Бобровские теплицы» в Бобровском муниципальном районе;

– тепличного комплекса ООО «Томат» в Богучарском муниципальном районе и выращивание овощей по отработанной голландской технологии с высокой производительностью;

– комплекса по производству и переработке плодоовощной продукции ЗАО «Раздолье» Семилукского муниципального района с целью организации производства по переработке плодоовощной продукции мощностью более 15000 тонн в год с использованием новых пищевых технологий.

Крупнейшим инвестиционным проектом, в настоящее время реализуемым на территории Воронежской области в отрасли овощеводства, является строительство тепличного комплекса по выращиванию овощных культур в Бобровском районе. Осуществляет инвестиционную деятельность ООО «АПХ Эко-культура» за счет собственных и заемных (банковского кредита) средств в объеме 16,4 млрд р. на площади участка 110 га. Статус «особо значимый» присвоен инвестиционному проекту экспертной комиссией 6 мая 2019 г. Сдача первой очереди теплиц ООО «АПХ Эко-культура» планируется к 2020 г.

Следует отметить, что овощеводство закрытого грунта с 2019 г. в качестве государственной поддержки получает лишь льготные кредиты. Возмещение CAPEX осталось только для тех направлений, в которые инвесторы идут неохотно или они являются достаточно специфичными, например, создание селекционно-генетических и гибридных центров. При этом областная поддержка развития отрасли овощеводства заключается в предоставлении льгот по налогу на прибыль и по налогу на имущество организации сроком на 5 лет, компенсации части затрат на строительство объектов инженерной и транспортной инфраструктуры, в том числе на оплату услуг по осуществлению технологического присоединения к электрическим сетям. Вместе с тем еще в 2016 г. решением органа местного самоуправления установлена льготная ставка арендной платы за землю.

В рамках послания губернатора Воронежской области А.В. Гусева Воронежской областной думе и исполнительным органам государственной власти Воронежской области от 28.05.2019 г. [12] сделан акцент на развитие инвестиционного климата и инвестиционной политики Воронежской области, в том числе и в отрасли овощеводства.

Стратегия социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 г. [13] предусматривает инвестиционные проекты и приоритетные направления муниципальных образований по развитию овощеводства (таблица 2), связанные в основном со строительством теплиц и тепличных комплексов для круглогодичного выращивания овощей закрытого грунта.

Проведенный PEST-анализ внешней среды с целью обоснования строительства теплиц на территории Воронежской области выявил влияние политических, экономических, социальных и технологических факторов:

– к числу политических факторов, способных повлиять на проект, относится реализуемая государственная (областная) поддержка тепличного хозяйства;

– к экономическим факторам относится повышение доли свежих овощей в потребительской корзине и развитие торговой инфраструктуры, позволяющей удовлетворить круглогодичный спрос на свежие овощи;

– в состав социальных факторов следует включить смещение потребительских предпочтений в сторону здорового питания, в рацион которого входят овощи;

– к технологическим факторам должен быть отнесен выбор современных высокоурожайных, энергосберегающих технологий, направленных на выращивание органической продукции.

Заключение

В результате установлено, что внешняя среда благоприятна для начала проектов, то есть инвестиционная деятельность в овощеводстве Воронежской области, связанная со строительством теплиц, будет эффективной, обеспечивая расширенное воспроизводство основных средств, увеличение объема производства овощей как для обеспечения полной потребности населения области в данном продукте питания, так и с целью формирования экспортоориентированнной экономики отрасли овощеводства.

Особенностью развития овощеводства Воронежской области является инвестиционный климат, созданный на изучаемой территории, система государственной (областной) поддержки и явная потребность в насыщения продуктового рынка круглогодичными свежими овощами. В регионе взят правильный вектор на развитие овощеводства закрытого грунта путем организации инвестиционной деятельности по строительству теплиц. В месте с тем, на наш взгляд, следует осуществить дифференциацию государственной поддержки овощеводства, направленной на обеспечение максимизации роста производства путем наиболее эффективного использования бюджетных средств с целью расширенного воспроизводства инвестиционной деятельности и непрерывного возмещения потребленных ресурсов в увеличивающемся объеме.

Таблица 2.

Проекты и приоритетные направления муниципальных образований по развитию овощеводства Воронежской области

Table 2.

Projects and priority areas of municipalities for the development of vegetable and vegetable industry in the Voronezh region

Наименование муниципального образования District name	Приоритетные направления развития овощеводства Priority directions for the development of vegetable growing	Ключевые проекты Key projects
Бобровский Bobrovsky	Развитие овощеводства закрытого грунта The development of greenhouse	Строительство тепличного комплекса в г. Бобров Construction of a greenhouse complex in the town of Bobrov
Богучарский Bogucharsky t	Стимулирование производства и переработки продукции овощеводства Stimulation of production and processing of vegetable products	Проект «Строительство тепличного комплекса по производству плодоовощной продукции в закрытом грунте ООО «Томат» Project «Construction of a greenhouse complex for the production of fruits and vegetables in closed ground» Tomat «LLC
Бутурлиновский Buturlinovsky	Развитие высокотехнологичного производства The development of high-tech industries	Строительство тепличного комплекса Construction of greenhouse complex
Верхнемамонский Verkhnemamonsky	Развитие в районе сельского хозяйства Development in the district of agriculture	Проект «Строительство тепличного комплекса в с. В. Мамон» (инвестор – ООО «Красный яр»). Project «Construction of a greenhouse complex in v. V. Mamon» (investor – LLC «Krasny Yar»).
Лискинский Liskinsky	Создание нового производства и модернизация существующих в сельских поселениях района Creation of new productions and modernization of existing in rural areas of the district	Проект «Строительство тепличного комплекса» (Нижнеикорецкое сельское поселение) Project «Construction of a greenhouse complex (Nizhneikoretskoye village)
Нижнедевицкий Nizhnedevitsky	Развитие сельскохозяйственной отрасли Agricultural development	Проект «Строительство тепличного комплекса». Project «Construction of a greenhouse complex
Новоусманский Novoussmansky	Формирование конкурентоспособного агропромышленного производства Formation of competitive agro-industrial production	Строительство завода по переработке сельскохозяйственного сырья (в т. ч. овощей) ООО «НаДО» Construction of a plant for the processing of agricultural raw materials (including vegetables) LLC «DADO»
Ольховатский Ol'khovatskiy	Поддержка предпринимательской инициативы Support entrepreneurial initiative	Проект «Развитие тепличного хозяйства на базе КФХ района» Project «Development of greenhouses on the basis of peasant and farmer estates of the district»
Панинский Paninsky	Интегрированное развитие производства и переработки овощной продукции Integrated development of production and processing of vegetable products	Проект «Строительство тепличного комплекса по выращиванию овощей» (Панинское городское поселение) Project «Construction of a greenhouse complex for growing vegetables» (Paninskoe urban settlement)
Поворинский Povorinsky	Интегрированное развитие производства и переработки продукции овощеводства Integrated development of production and processing of vegetable products	Строительство завода по переработке овощеводческой продукции (с. Байчурово) Construction of a plant for the processing of vegetable products (v. Baychurovo)
Подгоренский Podgorensky	Диверсифицированная устойчивая экономика (развитие производства и переработки сельхозпродукции Diversified sustainable economy (development of production and processing of agricultural products	Проект «Строительство тепличного комплекса по выращиванию овощей» ПГТ Подгоренский Project «Construction of a greenhouse complex for growing vegetables» urban village Podgorensky
Семилукский Semiluksky	Развитие агропромышленного комплекса района The development of the agro-industrial complex of the district	Проект «Строительство тепличного комплекса 5-го поколения» (ООО «Родина») Project «Construction of a greenhouse complex of the 5th generation» (LLC «Rodina»)
Терновский Ternovsky	Интегрированное развитие производства и переработки сельскохозяйственной продукции Integrated development of production and processing of agricultural products	Проект «Строительство теплицы (с. Терновка)» Project «Greenhouse Construction (v. Ternovka)»

ЛИТЕРАТУРА

1 Бланк И.А. Управление инвестициями предприятия. Киев: Эльга, 2003. 469 с.

2 Аширбаева Г.Т., Калдыбекова А.М. Особенности воспроизводства инвестиционной деятельности в агропромышленном комплексе // В сборнике: Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации сборник статей XXIII Международной научно-практической конференции: в 3 ч. Пенза, 2019. С. 41–43.

3 Терновых К.С., Чернов Д.В. Формирование модели инвестиционного поведения интегрированных структур в АПК // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 4 (43). С. 139–145.

4 Haendel D. Foreign investments and the management of political risk. Routledge, 2019.

5 Hrytsaienko H. et al. Mechanism for the Maintenance of Investment in Agriculture // Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer, Cham, 2019. P. 29–40.

6 Sakhno A. et al. Impact of Credit and Investment Resources on the Productivity of Agricultural Sector // European Journal of Sustainable Development. 2019. V. 8. № 2. P. 335–345.

7 Yin Y., Li Y. The Innovative Aid Mode of Agriculture Going Global to Promote Investment: CGCOC and Jiangxi Ganliang // South-south Cooperation and Chinese Foreign Aid. Singapore: Palgrave Macmillan, 2019. P. 195–210.

8 Областное государственное бюджетное учреждение «Агентство по инвестициям и стратегическим проектам». URL: http://www.invest-in-voronezh.ru

9 Tirole J. Market power and regulation // Scientific Background on the Sveriges Riksbank Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel. 2014. P. 1–6.

10 Об утверждении государственной программы Воронежской области «Развитие сельского хозяйства, производства пищевых продуктов и инфраструктуры агропродовольственного рынка»: Постановление Правительства Воронежской области от 13 декабря 2013 года № 1088 (с изменениями на 20 марта 2019 года). URL: https://base.garant.ru/18162991/

11 Об утверждении Инвестиционной стратегии Воронежской области на период до 2020 года и основных направлений до 2030 года: Распоряжение правительства Воронежской области от 01.08.2013 № 605-р. URL: https://econom.govvrn.ru/

12 Инвестиционный климат и инвестиционная политика Воронежской области: Послание губернатора Воронежской области А.В. Гусева Воронежской областной Думе и исполнительным органам государственной власти Воронежской области от 28.05.2019 г. URL: https://econom.govvrn.ru/

13 О Стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 года: Закон Воронежской области от 20.12.2018 № 168-ОЗ. URL: https://econom.govvrn.ru/

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила А. Запорожцева д.э.н., профессор, кафедра финансов и кредита, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, Воронеж, 394087, Россия, ludan23@yandex.ru

Александр В. Масик соискатель, кафедра финансов и кредита, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, Воронеж, 394087, Россия, masikav@list.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2019

REFERENCES

1 Blank I.A. Enterprise Investment Management. Kiev, Elga, 2003. 469 p. (in Russian).

2 Ashirbaeva G.T., Kaldybekov A.M. Features of reproduction of investment activity in the agro-industrial complex. In the collection: Fundamental and applied scientific research: topical issues, achievements and innovations collection of articles of the XXIII International Scientific and Practical Conference: at 3 pm. Penza, 2019. pp. 41–43. (in Russian).

3 Ternovykh K.S., Chernov D.V. Formation of a model of investment behavior of integrated structures in the agro-industrial complex. Vestnik Voronezh State Agrarian University. 2014. no. 4 (43). pp. 139–145. (in Russian).

4 Haendel D. Foreign investments and the management of political risk. Routledge, 2019.

5 Hrytsaienko H. et al. Mechanism for the Maintenance of Investment in Agriculture. Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer, Cham, 2019. pp. 29–40.

6 Sakhno A. et al. Impact of Credit and Investment Resources on the Productivity of Agricultural Sector. European Journal of Sustainable Development. 2019. vol. 8. no. 2. pp. 335–345.

7 Yin Y., Li Y. The Innovative Aid Mode of Agriculture Going Global to Promote Investment: CGCOC and Jiangxi Ganliang. South-south Cooperation and Chinese Foreign Aid. Singapore, Palgrave Macmillan, 2019. pp. 195–210.

8 Regional State Budgetary Institution «Agency for Investment and Strategic Projects». Available at: http://www.invest-in-voronezh.ru (in Russian).

9 Tirole J. Market power and regulation. Scientific Background on the Sveriges Riksbank Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel. 2014. pp. 1–6.

10 On approval of the state program of the Voronezh region «Development of agriculture, food production and infrastructure of the agri-food market»: Decree of the Government of the Voronezh region of December 13, 2013 No. 1088 (as amended on March 20, 2019). Available at: https://base.garant.ru/18162991/ (in Russian).

11 On approval of the Investment Strategy of the Voronezh Region for the period up to 2020 and the main directions until 2030: Order of the Government of the Voronezh Region dated August 1, 2013 No. 605-p. Available at: https://econom.govvrn.ru/ (in Russian).

12 Investment Climate and Investment Policy of the Voronezh Region: Message from the Governor of the Voronezh Region A.V. Gusev of the Voronezh Oblast Duma and the executive bodies of state power of the Voronezh Oblast of 28.05.2019. Available at: https://econom.govvrn.ru/ (in Russian).

13 On the Strategy of Socio-Economic Development of the Voronezh Region for the Period until 2035: Law of the Voronezh Region dated 12.20.2018 No. 168-OZ. Available at: https://econom.govvrn.ru/ (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyudmila A. Zaporozhtseva Dr. Sci. (Econ.), professor, finance and credit department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter The Great, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia, ludan23@yandex.ru

Alexander V. Masik applicant, finance and credit department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter The Great, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia, masikav@list.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.2.2019

ACCEPTED 5.17.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 65.012.123

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-359-376

Универсальная экспресс-методика оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера на предприятии

Денис А. Шагеев [1] denisshageev@yandex.ru
Таисия А. Чухонцева [1] roof.cat@mail.ru

[1] Международный Институт Дизайна и Сервиса, ул. Ворошилова, 12, г. Челябинск, 454014, Россия

Аннотация. Ситуационный подход в менеджменте не теряет своей актуальности на протяжении ста лет. За это время он постоянно развивался, являясь частью всевозможных концепций, методологий, методов, методик и других форм теоретической и практической реализации научной мысли в разных областях человеческой деятельности. Приведённые результаты анализа научных источников за последние восемь лет подтвердили наличие у ситуационного подхода неограниченного потенциала развития. В качестве одного из путей развития ситуационного подхода авторы предлагают новую методику оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера на предприятии. В отличие от существующих методик предлагаемая имеет высокий уровень оперативности и универсальности. В методике предусмотрены решения проблем ситуационного характера трёх категорий сложности. Для каждой категории разработаны специальные формы в виде разных иерархий. Для снижения количества возможных ошибок и повышения эффективности реализации методики разработан и представлен специальный алгоритм, а также необходимые инструкции для пользователей. Кроме того, в качестве средств для реализации методики предусмотрены всевозможные информационные технологии. В качестве ядра новой методики выступил метод анализа иерархий Т. Саати. В качестве дополнения методики принят метод принятия решений Б. Франклина. Изложены результаты апробации предложенной методики. В своём большинстве пользователи методики действительно отмечали её универсальные и экспресс-свойства. Таким образом, по полученным результатам апробации на предприятиях методика признана эффективной и жизнеспособной.

Ключевые слова: методика, управленческие решения, ситуация, ситуационный подход, предприятие, анализ иерархии, метод Бенджамина Франклина

Universal rapid method of assessment and management decision-making of situational problems in the enterprise

Denis A. Shageev [1] denisshageev@yandex.ru
Taisiya A. Chuhonceva [1] roof.cat@mail.ru

[1] International Institute of Design and Service, Voroshilova str., 12, Chelyabinsk, 454014, Russia

Abstract. Situational approach in management does not lose its relevance for a hundred years. During this time he constantly developed, being a part of various concepts, methodologies, methods, techniques and other forms of theoretical and practical implementation of scientific thought in different areas of human activity. The results of the analysis of scientific sources in the article over the past eight years confirmed the presence of the situational approach unlimited development potential. As one of the ways to develop the situational approach, the authors propose a new method of evaluation and management decision-making problems of a situational nature in the enterprise. In contrast to the existing methods, the proposed method is characterized by a high level of efficiency and versatility. The methodology provides decisions to the problems of situational nature of the three categories of complexity. For each category there are special forms in the form of different hierarchies. To reduce the number of possible errors and improve the efficiency of the methodology implementation, a special algorithm, as well as the necessary instructions for users, have been developed and presented. In addition, various information technologies are provided as tools for the implementation of the methodology. The method of analysis of T. Saati hierarchies was used as the core of the new method. The method of decision-making by Benjamin Franklin was adopted as a complement of the method. The final part of the article presents the results of testing the proposed method. In the majority of users of a technique really noted its universal and express properties. Thus, according to the results of testing at the enterprises, the technique is recognized as effective and viable.

Keywords: methods, management decisions, the situation, the situational approach, the enterprise, the analysis of the hierarchy, the method Benjamin Franklin

Введение

По официальной версии ситуационный подход появляется в 20-е годы XX в., когда М. Фоллет заявила «о законе ситуации». Далее, ситуационный подход на протяжении всего XX в. развивался благодаря таким известным учёным, которые сформировали ядро науки «Менеджмент»: Р. Стогдилл; П. Друккер; Дж. Вудворд; Р. Моклер; Т. Бернс; Г. Сталкер; П. Лоуренс; Дж. Лорш; Д.С. Одиорни; Ф. Фидлер; У. Гомберг; Г. Кунц; Дж. Томпсон; Г. Шерман; Р. Стогдилл; Т. Парсонс; Д. Паг (Пью); Д. Хиксон.

В XXI в. ситуационный подход продолжает эволюционировать в теории и практике управления разными системами в разных областях научного знания и сферах человеческой деятельности благодаря отечественным и зарубежным исследователям.

Для цитирования

Шагеев Д.А., Чухонцева Т.А. Универсальная экспресс-методика оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера на предприятии // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 359–376. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-359-376

For citation

Shageev D.A., Chuhonceva T.A. Universal rapid method of assessment and management decision-making of situational problems in the enterprise. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 359–376. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-359-376

Базовой частью ситуационного подхода является ситуация. Существует множество формулировок к термину «ситуация».

В качестве примера приведём трактовку термина «ситуации» с учётом признака функционирования предприятия О.И. Куликовой [8], которая опирается на мнения Т. Котарбинского, Н.М. Солодухо и Н.Л. Карданской: «формирующаяся в пространственно-временном измерении совокупность состояний факторов внешней и внутренней среды, обладающих синергизмом и оказывающих интегрированное воздействие на функционирование и развитие предприятия». Эта трактовка термина ситуации является наиболее близкой к нашему исследованию.

Анализ научных трудов в области оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера

Предлагаемая универсальная экспресс-методика позволит решать управленческие проблемы, сложившиеся в разных ситуациях на предприятиях: внешних и внутренних; преимущественно краткосрочных; благоприятных и неблагоприятных; наблюдаемых и латентных; стабильных и нестабильных; экономических, социальных, экологических, технических, производственных и других областях деятельности предприятия. Для того чтобы сформулировать такую методику и обосновать её необходимость для экономико-управленческой науки в русле ситуационного подхода, необходимо проанализировать научные труды по следующим признакам: представители и источники научных трудов; особенности применения ситуационного подхода для решения управленческих проблем; область применения; методы и критерии оценки решений ситуационных проблем в управлении; интеграция методов решения проблем с информационными технологиями; уровень универсальности и оперативности для применения. Результаты анализа позволят дать характеристику, выявить достоинства и недостатки существующих методов (под которыми будем понимать: методики, приёмы, алгоритмы, действия, способы, подходы, модели, механизмы) принятия управленческих решений проблем ситуационного характера на предприятии и учесть всё это при формировании новой универсальной экспресс-методики.

По поводу признаков универсальность и оперативность (экспресс-свойства) применения анализируемых методов следует дополнительно прописать вербальную шкалу оценки по уровням: высокий; средний; низкий; отсутствующий.

Под высоким уровнем универсальности следует понимать возможность использования анализируемых методов, обладающих свойством гибкости и адаптивности ко многим областям применения, сопряжённых с информационными технологиями, учитывающих разные управленческие ситуации и критерии их оценки. Высоким уровнем оперативности должны обладать методы, которые позволяют найти решение проблемной ситуации одному лицу в течение нескольких часов и раньше.

Средний уровень универсальности подразумевает некоторые ограничения в использовании анализируемых методов, сложности с их адаптацией к решению проблем в разных управленческих ситуациях. Чаще всего используют информационные технологии. Заметно ограничены в критериях оценивания решения управленческих проблем. Средний уровень оперативности присущ методам, которые позволяют решить проблемную ситуацию от 1–2 ч и до конца рабочего дня единолично либо с привлечением небольшого круга лиц.

Низким уровнем универсальности должны обладать те методы, которые существенно ограничены в использовании критериев оценки и областью применения. Чаще всего не имеют возможности использования информационных технологий. В том числе и те методы, которые имеют несущественные структурные и / или содержательные ошибки, упущения, недоработки. Низкий уровень оперативности свойственен методам, которые позволяют решать проблемные ситуации в течение нескольких дней и дольше, и чаще всего с привлечением разных лиц.

Отсутствие универсальности присуще методам, которые подразумевают оценку по одному, двум или трём критериям специфического или сомнительного содержания, очень узкой и специфической областью применения, не имеют какой-либо возможности интеграции с информационными технологиями. Кроме того, если в методе имеются грубые ошибки и недоработки, то ему не может быть присвоен какой-либо уровень универсальности. Отсутствует оперативность у тех методов, при помощи которых можно решить проблемную ситуацию за время, превышающее двое суток, единолично или с привлечением любого количества человек.

Анализ научных трудов и общая характеристика предлагаемой методики с учётом указанных признаков представлены в таблице 1. Те элементы текста, которые выделены курсивом в таблице 1 были интегрированы в предлагаемую методику.

Таблица 1.

Анализ научных трудов в области оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера

Table 1.

Analysis of scientific works in the field of evaluation and management decision-making of situational problems

Представители и источники научных трудов Representatives and sources of scientific works	Особенности применения ситуационного подхода для решения управленческих проблем | Features of application of the situational approach to solving management problems	Область применения Application	Методы и критерии оценки решений ситуационных проблем в управлении | Methods and criteria for assessing solutions to situational problems in management	Интеграция методов решения проблем с информационными технологиями Integration of problem solving methods with information technologies	Уровень универсальности и оперативности для применения Level of versatility and efficiency for application
1	2	3	4	5	6
Л.Л. Алехина, А.А. Алехина [1]	Интерпретация сложившейся ситуации. При помощи традиционных и дополнительных функций управления. Управление на основе *гибких экспертных решений*	*В сфере крупного и малого бизнеса для производственно-хозяйственной деятельности организации*	Эмоциональный мониторинг в организации (теория игр). Нет точных данных определяющих критерии оценки	Отсутствует	Отсутствуют
Достоинства	Предлагаемый метод решения ситуационных проблем в управлении обладает некоторым потенциалом развития с учётом всех указанных в таблице признаков и интеграции с другими методами				
Недостатки	Не раскрыты особенности применения ситуационного подхода для решения управленческих проблем на основе интерпретации сложившейся ситуации и гибких экспертных систем. Заявлена широкая область применения, однако не предлагаются какие-либо информационные технологии, критерии оценки решений, а указанный метод решения не раскрыт. Методика носит краткий ознакомительный характер без минимальной научной проработки, что не даёт возможности претендовать ей на какой-либо уровень универсальности и оперативности				
А.В. Барчуков, И.А. Краденых [2]	В источнике заявлено «методами ситуационного анализа выявлена иерархия институциональных, экономических и научно-технических проблем…» [2]	Золотодобывающие предприятия	*Дерево решений* и дерево целей. Критерии оценки решений в источнике не определены	Отсутствует	Отсутствуют
Достоинства	С учётом серьёзной проработки предлагаемых подходов решения ситуационно-управленческих проблем по указанным признакам в таблице методика имеет потенциальную возможность применения на золотодобывающих предприятиях				
Недостатки	В большей степени рассматриваются существующие проблемы в золотодобывающей отрасли РФ. Методике решения ситуационных проблем при помощи дерева решений и целей в статье уделена одна страница из восьми, на которой авторы излагают очень упрощённый алгоритм построения дерева проблем и соотношение элементов «дерева проблем» и «дерева целей» в виде рисунка без возможности применения каких-либо информационных технологий, критериев оценки решений и без математического аппарата. Совершенно не ясно кто, как, при помощи каких средств будет оценивать и предлагать решения ситуационных проблем на золотодобывающем предприятии				
Е.В. Гончарова, А.И. Курлович [3]	Какие-либо отличительные особенности в источнике не выявлены	*Экономические ситуации*	*Формальный ситуационный анализ* без учёта каких-либо критериев оценки решений	Отсутствует	Отсутствуют
Достоинства	Несмотря на название статьи «Особенности ситуационного подхода к принятию решений в экономике», кроме общеизвестного формального ситуационного анализа каких-либо дополнений в теории и практике решения ситуационных проблем не выявлено				
Недостатки	Статья носит реферативно-описательный характер и не несёт каких-либо новшеств в применении ситуационного подхода для решения управленческих проблем				
Е.В. Гончарова, А.А. Божескова [4]	Заявлен ситуационный анализ с использованием методологии системного подхода	Не определена	*Формальный ситуационный анализ* без учёта каких-либо критериев оценки решений	Отсутствует	Отсутствуют
Достоинства	Несмотря на название статьи «Роль системного подхода и ситуационного анализа в процессе принятия управленческих решений», кроме общеизвестного формального ситуационного и системного анализа каких-либо дополнений в теории и практике решения ситуационных проблем не выявлено				
Недостатки	Статья носит реферативно-описательный характер и не несёт каких-либо элементов новизны в применении ситуационного подхода для решения управленческих проблем				
Е.М. Ермакова, М.С. Агафонова [5]	Реформирование структуры управления организацией	Организации	Структурно-ситуационный анализ без учёта критериальных оценок решений	Отсутствует	Низкий уровень оперативности. Универсальность отсутствует
Достоинства	Методика позволяет реформировать организационную структуру условно оперативно в зависимости от сложившейся проблемной управленческой ситуации				
Недостатки	Нет каких-либо количественных и качественных методов, позволяющих применить ситуационный подход для решения управленческих проблем в форме реформирования организационной структуры. Не предусмотрены информационные технологии для решения указанных управленческих проблем. Узкая область применения предлагаемой методики				

Продолжение таблицы 1 | Continued Table 1

1	2	3	4	5	6
А.А. Зацаринный, А.П. Сучков [7]	Система поддержки принятия решений представляет собой совокупность информационных, программных и аппаратных средств, а также обслуживающего персонала, реализующих информационные технологии по мониторингу обстановки, ее ситуационному анализу для выработки решений и алгоритмов применения управляющих воздействий	Государственное управление, стратегическое планирование и мониторинг реализации документов стратегического планирования в РФ через ситуационные центры	*Ситуационный, функциональный и структурный* ***анализ***. Дерево целей. Дискретная математическая модель и метод аналогий. Критерии оценки решений в явном виде не определены	*Автоматизированные системы управления*	Средний уровень универсальности и низкий уровень оперативности
Достоинства	Методика отличается наличием в блоке принятия решений расширенного дискретного математического аппарата. Предлагаемая модель авторов претендует на дальнейшее развитие, уточнение и возможность адаптации или даже упрощения для разных областей применения. Предлагается ситуационный центр, который позволил бы решать ситуационные проблемы на федеральном уровне управления государством. Отмечают, «что реализация СППР зависит от уровня системы управления – стратегического, оперативного, тактического, базового. Приводятся функциональные особенности и способы анализа обстановки на различных уровнях системы управления» [7]				
Недостатки	Не раскрыта в полной мере критериальная база оценки решений. В результате анализа данного научного источника следует признать сложность и дороговизну предложенной методики для применения на малых, средних и даже некоторых больших организациях. Поэтому, действительно следует согласиться с авторами статьи в том, что методика больше подходит для государственного управления сложными системами на федеральном уровне на базе системотехнического подхода создания СППР и ситуационный анализ является только частью в этом подходе				
О.И. Куликова [8]	Оценка уровня нестабильности и неопределенности ситуации в организации	*В управлении организациями*	*Качественная и количественная оценка* уровня нестабильности и неопределенности ситуации в организации. Нет точно определённых критериев оценки решений	Отсутствует	Средний уровень универсальности и низкий уровень оперативности
Достоинства	Методика проста в исполнении и обладает средним уровнем универсальности и оперативности. В зависимости от положения ситуации на поле «Матрица СНОН (стабильность / нестабильность, определенность / неопределенность)» [8] можно вырабатывать управленческие решения в области стратегии и тактики функционирования организации. Методика обладает хорошим потенциалом развития с учётом исправления указанных недостатков				
Недостатки	В источнике не указано кто, как и при помощи какого алгоритма действия и критериев осуществляет идентификацию и оценку ситуационных факторов среды. Совершенно непонятно, почему автор выбрал двухбалльную шкалу оценивания ситуативных факторов от +2 до -2 баллов с шагом в 1 балл. Нет каких-либо аргументов в пользу выбранной шкалы оценивания. Отсутствует какое-либо объяснение в статье весовых оценок факторов среды. Автор исключает возможность использования информационных технологий. Методика нуждается в серьёзной научной доработке для возможности практического применения				
А.А. Кулинич [9]	Ситуационный подход в сочетании с когнитивным и семиотическим	*Управление организациями в условиях неопределенности*	Интеграция методов на базе ситуационного, *когнитивного* и семиотического подходов на основе стандартов семантического WEB'а для реализации систем поддержки принятия решений на основе неструктурированной информации всемирной семантической паутины. Критерии оценки решений точно не определены и носят «размытый характер»	В форме стандартов семантического WEB'а	Потенциально средний уровень универсальности и оперативности

Продолжение таблицы 1 | Continued Table 1

1	2	3	4	5	6
Достоинства	Следует отметить большой потенциал развития предлагаемой автором идеи, в том числе и с учётом исправления указанных недостатков. После развития и доработки идеи автора могут трансформироваться в рабочую методику, которой может быть присущ средний уровень универсальности и оперативности				
Недостатки	Статья носит больше реферативно-обзорный и рекомендательный характер. В результате описательного анализа известного ситуационного, когнитивного и семиотического подходов автор формулирует рекомендацию для преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений: использовать эти подходы в комплексе для решения управленческих проблем в организации				
С.А. Кужелева [10]	Структурно-функциональная организация системы информационной поддержки принятия решений для управления конкурентоспособностью вуза на основе ситуационного подхода [10]	*Управление конкурентоспособностью вуза*	*Метод аналогий и формального ситуационного анализа на базе контент анализа.* Теория вероятности и математическая статистика. Теоретическое программирование. *Теория алгоритмов и информационных систем. Квалиметрия. Экспертная оценка* коэффициентов определенности условий и правил получаемых на базе анализа конкуренции вуза	Скорее всего стандартный пакет офисных программ для реализации контент анализа для прояснения ситуации	Низкий уровень оперативности, отсутствует универсальность
Достоинства	Автор предлагает структурно-функциональную организацию специализированных систем информационной поддержки принятия решений для управления конкурентоспособностью вуза на основе ситуационного подхода. Методика формализована в виде обобщённого алгоритма принятия решений с учётом разных коэффициентов, получаемых на базе анализа конкуренции вуза				
Недостатки	Предлагаемая методика является узконаправленной для решения проблем конкурентоспособности вузов на базе анализа разных ситуаций. В следствии чего методика нуждается в существенной доработке для получения уровня оперативности выше низкой отметки и присвоения ей какой-либо степени универсальности				
А.В. Титов [16, 17]	Математическое обеспечения ситуационного подхода к разработке систем поддержки принятия управленческих решений при управлении сложными объектами	Точно не определена. Отмечено только управление сложнымиобъектами	Математические методы в форме языков: предикатов; нечётких множеств; булевой алгебры; вероятностей; графов; функционального анализа; моделей и структур; категорный; *параметрический*. Конкретные критерии оценки решений не определены, их заменяют абстрактные математические семейства свойств объекта и признаки	Отсутствует	Источники могут претендовать на низкий или даже средний уровень универсальности, однако уровень оперативности из-за сложного и комбинированного характера указанных математических методов останется низким
Достоинства	С позиции математической науки приводится последовательность основных этапов принятия управленческого решения при ситуационном подходе, на основании анализа которой выделяются особенности формального описания объектов управления различной природы. Приводится типологизация языков описания ситуации управления и на основе анализа связей этих языков предлагается подход к установлению связи между типом языка описания и типом объекта управления. В анализируемых источниках заложен хороший потенциал развития ситуационного подхода для решения управленческих проблем с учётом исправления указанных недостатков				
Недостатки	С позиции экономико-управленческой науки следует указать на принципиальные недостатки: нет каких-либо теоретических или практических примеров, подтверждающих возможность использования указанных математических языков (методов) для идентификации, оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера; совершенно не ясны количественно-качественные требования, предъявляемые к экспертам; слабо структурированы и формализованы критерии (признаки или свойства) оценки решений проблем в разных ситуациях; если использовать предложенный комплекс методов автора из анализируемых источников, то реальные пользователи столкнутся с проблемой восприятия сложного математического языка, что, в свою очередь, усложнит процедуры идентификации, оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера в организации; кроме того, комплекс математических методов (языков) нельзя назвать оперативным, он требует для решения ситуационных проблем большого количества ресурсов разного рода и временных в первую очередь; дополнительно при использовании методов теории нечётких множеств проблематично сформировать базу «эталонных ситуаций» для оценивания состояния объекта управления; также проблемы, возникающие в нестандартных ситуациях, лишаются возможности оценивания и соответственно решения; методики нуждаются в более конкретном и расширенном алгоритме действий для идентификации, оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера; не предусмотрено использование каких-либо компьютерных программ для оптимизации временных затрат реализации методики и повышения уровня оперативности				

Продолжение таблицы 1 | Continued Table 1

1	2	3	4	5	6
Предлагаемая методика Шагеев Д.А.	*В качестве ключевых особенностей применения ситуационного подхода для решения управленческих проблем в предлагаемой методике следует выделить: универсальность; наличие экспресс-свойств; для широкого круга пользователей в разных организациях; поможет решать разные проблемные ситуации; позволит использовать разные критерии оценки*	*В любых организациях (преимущественно для предприятий) для экспресс-решений разных проблемных управленческих ситуаций*	*С учетом проработанных источников приняты следующие методы: дерево решений; формальный ситуационный анализ; качественная и количественная оценка; экспертные оценки; когнитивный аспект; аналогий; теория алгоритмов и информационных систем; параметрический.В качестве ядра предлагаемой методики выступает метод анализа иерархий (МАИ) в сочетании с методом принятия решений Бенджамина Франклина.В методике могут использоваться разные критерии оценки решений*	*Аппаратное и программное обеспечение для реализации МАИ (СППР-выбор или MPRIORITY, другие)*	*Уровень универсальности и оперативности потенциально выше среднего*
Достоинства, отличительные особенности и перспективы развития	*Все отличительные особенности указаны в столбцах таблицы по признакам. Следует добавить, что методика является простой для освоения и применения по специально разработанному алгоритму (см. рис. 4).Среднее время для решения проблемных ситуаций у пользователя 9–10 мин. Пользователь на любом уровне иерархии управления единолично идентифицирует, оценивает и принимает управленческие решения проблем ситуационного характера в рамках своей текущей деятельности и компетенции на предприятии. В методике имеется возможность решения сложных проблемных ситуаций путём их дифференцирования на простые и требующие дополнительного привлечения компетентных лиц. В таком случае процесс решения простых ситуаций идёт параллельно и общее время не должно превышать 50 мин. По итогам описанных действий принимается серия управленческих решений сложной проблемной ситуации. Результат реалий решений будет получен сразу после окончания применения экспресс-методики. В ближайшее время можно будет оценить правильность принятого и реализованного решения. Методика обладает потенциалом развития сопряжённого с интеграцией в неё методов искусственных нейронных сетей и новых информационных технологий для поддержания высокого уровня оперативности и универсальности*				
Недостатки	*В том случае если эффективное решение проблемной ситуации не будет найдено, то методика может быть трансформирована в более сложную с учётом большего количества критериев оценки, привлечения большего числа экспертов (в том числе и внешних) и возможностью оценки согласованности экспертных суждений при помощи дополнительных методов. Но в таком случае методика утратит качество оперативности и простоты, но универсальная характеристика может сохраниться. Такое может произойти из-за сложной проблемной ситуации, которая выходит за рамки компетенции одного человека или группы лиц и требует привлечения других специалистов внутри и вне границ предприятия. При помощи методики может быть принято неэффективное решение из-за неудовлетворительной или временно неудовлетворительной (состояние здоровья лица, принимающего решение, другие человеческие факторы) компетентности пользователя методики. Если на предприятии производится постоянный мониторинг состояния личностных, психологических, профессиональных и других характеристик сотрудников предприятия, то вероятность проявления указанных недостатков при использовании методики будет минимальной. Методика является лишь инструментом поиска, оценки и выбора лучшего решения проблемной ситуации и не может давать гарантий того, что лицом, использующим этот инструмент, будет найдено эффективное решение даже при выполнении всех указанных правил. Предположим, что для решения какой-либо проблемной ситуации три независимых друг от друга пользователя (с одинаковым уровнем компетентности) будут использовать предлагаемую методику и у каждого из них может получиться свой уникальный результат, эффективность принятых ими решений по проблемной ситуации может быть разной. Если мы попытаемся привлечь для решения проблемной ситуации 1,5–2 десятка лиц, то получим множество решений на базе множества критериев, и каждое лицо или группа лиц будут отстаивать свои решения. При таком событии будет сложно выбрать лучшее решение, а если всё-таки попытаться это сделать при помощи введения жёстко детерминированных форм, критериев и решений, предлагаемая методика будет иметь низкий уровень оперативности и универсальности или вообще их утратит. Поэтому в методике присутствует необходимое требование о наличии компетентности у лиц, принимающих решения, и отсутствии жёстких ограничений, иначе на выходе в методике можно получить решения с низким уровнем эффективности даже при высоком уровне оперативности.*				

По проделанному анализу методов из разных научных источников следует отметить факт отсутствия у большинства из них высокой степени универсальности и оперативности. Лишь только в некоторых случаях можно допустить для анализируемых методов наличие среднего уровня универсальности и оперативности. Даже при среднем или высоком уровне универсальности метод не может быть эффективным без свойства оперативности на уровне не ниже среднего значения. Нередко уровень оперативности снижается за счёт сложности методов или сложности их применения на практике. В первую очередь, требуются максимально оперативные управленческие решения проблемных ситуаций в пространстве и времени для предприятия. Только универсальная экспресс-методика позволит минимизировать разные потери и максимально использовать разные прибыли за кратчайший период времени по проблемным ситуациям на предприятии. В некоторых ситуациях запаздывание решений управленческих проблем может привести к тяжёлым или даже необратимым отрицательным последствиям в развитии предприятия.

Теоретические положения универсальной экспресс-методики оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера на предприятии

В качестве ядра предлагаемой универсальной экспресс-методики выступает метод анализа иерархий (МАИ) Т. Саати. Этот метод на протяжении более чем 25 лет помогает решать задачи многокритериального выбора для разных областей человеческой деятельности. Наиболее известные фундаментальные труды Т. Саати «Принятие решений. Метод анализа иерархий» [15] и «Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети» [14]. Из последних наиболее популярных в научном мире трудов можно отметить «Магическое число «семь» в природе» [11], «Относительное измерение и его обобщение в принятии решений. Почему парные сравнения являются ключевыми в математике для измерения неосязаемых факторов» [12] и «Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений» [13].

В основу метода Т. Саати заложил: иерархическое представление проблемы, требующей решения с учётом разного количества уровней их элементов и критериев; матрицы парных оценок; простую транзитивную логику, необходимую для корректности реализации процедуры парных сравнений; механизм оценки согласования решений в матрице. Метод обладает наивысшей степенью универсальности, гибкости, адаптивности и простоты применения на практике. Именно поэтому он был выбран в качестве ядра предлагаемой универсальной экспресс-методики.

При реализации МАИ на практике не всегда соблюдается транзитивная логика и соответственно не всегда получаются эталонные значения показателей отношения согласованности (ОС) оценок в матрице, не превышающих 0,1. Об этом и других замечаниях написано у Д.А. Шагеева [21]. «Не всегда на практике получаются корректные значения ОС, соответствующие рекомендуемому эталону. И не всегда это связано с нарушением формальной логики парного оценивания в матрицах или низким качеством работы экспертов, или малой выборкой экспертов. Зачастую это связано с особенностями самих объектов (критериев) оценивания или с особенностями экспертных суждений, выраженных в балльных оценках, которые при проверке просто не вписываются в заданные математические рамки. Поэтому в МАИ формула расчёта λ_{max}, ИС и ОС носит больше теоретически доказуемый характер и не всегда согласуется с практикой разработки и принятия решений.

Конечно, такая проблема решается путём замены некоторых оценок в матрице для получения нужного значения ОС $\leq$ 0,1. Но при реализации такого решения (своего рода «подтасовка» и/или модификация данных при помощи разных математических дополнений к МАИ и/или компьютерных программ) будет снижаться уровень объективности и качества исследования для достижения практических, а не теоретических результатов. Иногда лица, принимающие решения, пытаются увеличить размерность матрицы путём добавления числа критериев, альтернатив или других элементов в уровнях иерархии. Такая мера тоже не всегда срабатывает на практике для получения эталонных значений ОС.

Представленное замечание вскрывает недостатки не только МАИ, но и других математических методов, используемых при работе с экспертными суждениями, носящими интуитивно-эмпирический характер и не всегда согласующимися с человеческим фактором.

Поэтому если в процессе использования МАИ в каком-либо случае результаты оценок в матрице парных сравнений не будут удовлетворять условиям заданного эталона, рекомендуется не «подтасовывать» данные, а принять их как исключение из правила. Главное – необходимо прослеживать соответствия суммарных значений результатов нормирования и определения векторов приоритетов.»

Следует согласиться с замечанием касательно показателя ОС. Действительно, критерии и решения могут обладать абстрактными характеристиками и иметь свойства безразличия к чему-либо без возможности привязки к количественным параметрам. Например, критерий экономический, социальный, производственный и экологический. При их парном оценивании невозможно выполнить условие транзитивности, потому что практически невозможно привести эти критерии к какому-либо единому измерителю и замерить их для соблюдения транзитивной логики в оценивании. Нередки случаи, когда в одной транзитивной цепочке присутствуют объекты без возможности привязать их к измерителю и объекты, обладающие такой возможностью. В этом случае транзитивная логика и показатель ОС теряют всякий смысл. Дополнительно ситуация усложняется не в пользу показателя ОС при нечётком представлении измерителей для объектов транзитивной логики или использовании агрегированных экспертных матричных оценок в МАИ [21].

Замечания, касающееся транзитивной логики и показателя ОС, являются одними из важных для корректного исполнения МАИ в универсальной экспресс-методике.

Для эффективного применения методики следует выделить проблемные ситуации, которые требуют решения и в зависимости от этого формируют определённый вид иерархии в методике. Общие правила для иерархии в методике: должно быть два или три уровня; на каждом уровне иерархии, кроме первого, должно быть не более трёх (в редких случаях четырёх) элементов. Это одна из мер, которая позволит сохранить методике высокий уровень оперативности в использовании.

Проблемные ситуации категории сложности «А» (относительно простые) требуют однозначного решения в форме двоичной логики «ДА – НЕТ». В теории решений двоичная логика известна под методом Б. Франклина [19, 20]. Этот метод в чистом виде на практике встречается редко, чаще всего является каким-либо второстепенным дополнением для решения каких-либо научных задач в менеджменте, политологии или социологии.

Формы иерархий решения проблемных ситуаций, требующих однозначного решения на базе двоичной логики «ДА – НЕТ» с учётом трёх или двух критериев представлены на рисунке 1 под буквами «А» и «В».

В том случае если для разрешения проблемной ситуации «А» будет достаточно одного критерия, то в методике рекомендуется использовать метод Б. Франклина в классическом виде (рисунок 1, с). Суть метода заключается в том, что берётся простой лист бумаги, делится на две равные части. В одной части листа фиксируются все аргументы за («ДА») в другой части против («НЕТ») под призмой заданного критерия. В завершении работы подсчитывается общее количество аргументов «за» и «против». Принимается то однозначное решение, в части которого собралось большее количество аргументов по заданному критерию.

Если для решения проблемной ситуации необходимо проанализировать две или три альтернативы решений и из них выбрать наилучшее с учётом одного, двух или трёх критериев, в методике предусмотрены другие формы (рисунок 2). Таким ситуациям присваивается категория сложности «Б» (средняя степень сложности).

На предприятии могут возникнуть проблемные ситуации категории высокой сложности «В» (сложные ситуации), которые могут потребовать не только одного решения, а серии решений на разных местах управления. Это те ситуации, которые не удалось разрешить при помощи описанных форм рисунков 1 и 2 в силу следующих причин: невозможно принять решение из-за ограниченности критериев в рамках одной иерархии; невозможно принять решение из-за ограниченности альтернатив решений в одной иерархии; невозможно решить проблему, исключительно использовав только одну форму; сложившаяся ситуация требует привлечения других лиц с дополнительными компетенциями. Если такие ситуации будут решаться традиционными методами, то решение или решения не просто могут быть приняты с существенным запозданием, они могут вообще «затеряться» и не дойти до адресата или адресатов из-за сложной иерархической структуры управления (подчинения) на предприятии и бюрократических барьеров.

Для проблемной ситуации категории «В» предлагается расширенная форма решений в виде совокупности разных форм (рисунок 1, 2), в различных сочетаниях (рисунок 3).

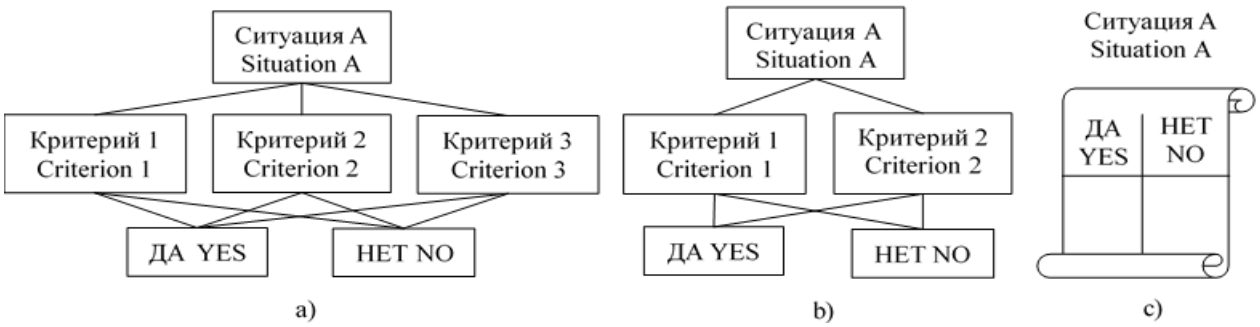


Рисунок 1. Типовые формы применения универсальной экспресс-методики для ситуаций категории «А», требующих однозначного решения: a – с тремя критериями «Ф-А3»; b – с двумя критериями «Ф-А2»; c – с одним критерием «Ф-А1» в форме классического исполнения метода Б. Франклина

Figure 1. Typical forms of application of the universal express method for category «A» situations requiring a unique decision: a – with the three criteria of the «F-A3»; b – with two criteria «F-A2»; c – with one criterion «F-A1» in the form of the classical execution of the B. Franklin method

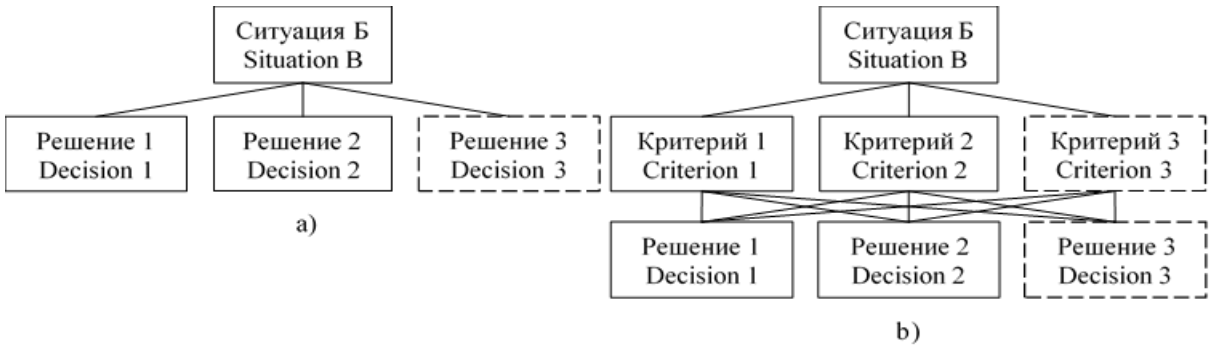


Рисунок 2. Типовые формы применения универсальной экспресс-методики для ситуаций категории «Б», требующих выбора одного из нескольких решений: a) с одним критерием, двумя «Ф-Б1.2» или тремя «Ф-Б1.3» альтернативами решений; b) с двумя критериями, двумя «Ф-Б2.2» или тремя «Ф-Б2.3» альтернативами решений, с тремя критериями, двумя «Ф-Б3.2» или тремя «Ф-Б3.3» альтернативами решений

Figure 2. The model uses universal express methods for situations of «B» category, requiring selection of one of multiple decisions: a) with one criterion, two «F-B1.2» or three «F-B1.3» alternative decisions; b) with two criteria, two «F-B2.2» or three «F-B2.3» alternative decisions, with three criteria, two «F-B3.2» or three «F-B3.3» alternative decisions

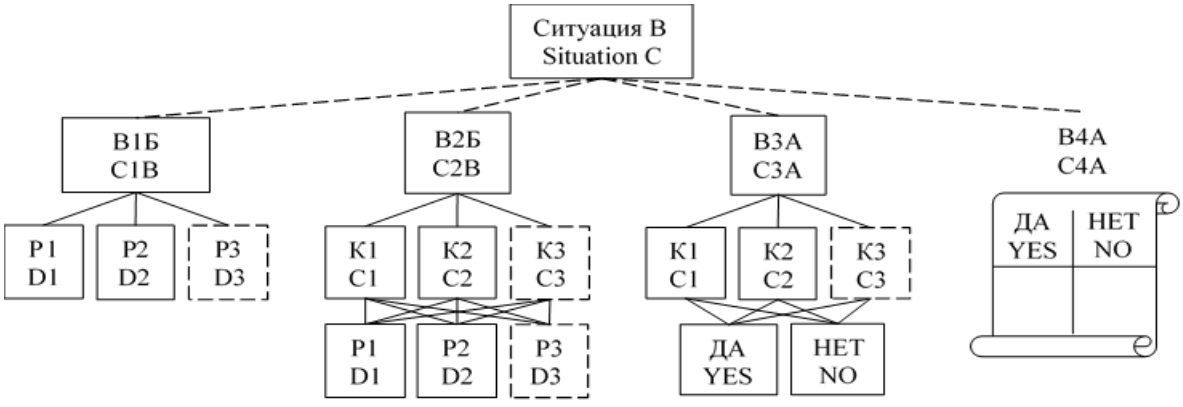


Рисунок 3. Типовые формы применения универсальной экспресс-методики для сложных ситуаций категории «В», требующих использования форм категории «А» и «Б» в различных сочетаниях для разработки и принятия серии решений на разных управленческих местах предприятия с привлечением разных компетентных лиц: Р – решения; К – критерий

Figure 3. Standard forms of application of the universal express method for complex situations of category «C», requiring the use of forms of category «A» and «B» in various combinations for the development and adoption of a series of decisions at different management locations of the enterprise with the involvement of different competent persons: D – decision; C – criterion

Дополнительно в качестве особенностей следует отметить, что качество оперативности останется на высоком уровне за счёт того, что решать проблемную ситуацию будут несколько компетентных лиц предприятия условно в синхронном режиме времени. Таким образом, в методике предусмотрен принцип декомпозиции сложной ситуации категории «В» на серию простых «А» и средней сложности «Б» ситуаций в виде семейства иерархий и листов «ДА-НЕТ» Б. Франклина.

Для поддержания высокого уровня оперативности методику необходимо обеспечить современными информационными технологиями (таблица 2) [21, 22].

Методику можно улучшить при помощи интеграции в неё методов нейронных сетей для разрешения проблемных ситуаций категории «В» на базе информационных технологий. Этот метод подразумевается в предлагаемой методике по умолчанию, однако если это дополнение проработать, то появится возможность наблюдать процесс принятия решений ситуативного характера не в «слепую», а в режиме онлайн. Тогда появится возможность отслеживать оперативность работы лиц, принимающих и реализующих решения.

Для эффективного применения предлагаемой методики пользователям необходим алгоритм, который поможет им быстро действовать для разрешения проблемной ситуации (рисунок 4).

Таблица 2.

Информационно-технологическое обеспечение универсальной экспресс-методики оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера на предприятии

Table 2.

Information and technological support of universal express method of assessment and management decision-making of situational problems in the enterprise

Современные информационные технологии Modern information technology	Решение проблемных ситуаций категории «А» и «Б» The decision of problem situations of category “A” and “B”	Решение проблемных ситуаций категории «С» The decision of problem situations of category “C”
Совокупность технических средств Set of technical means	Персональный компьютер, планшет или ноутбук. Сотовый телефон, который поддерживает современные программы, помогающие реализовать МАИ | A personal computer, a better tablet or laptop. Cell phone that supports modern programs that help implement AHP	
		Внутренняя локальная сеть и сеть Интернет, работающие в любой географической точке мира и в любое время суток | Internal local network and the Internet, working in any geographical point of the world and at any time of the day
Программное обеспечение Software	Программы, помогающие реализовать МАИ, типа СППР Выбор, MPRIORITY или другие аналоги | Programs to help implement AHP type SDSS «Selection», MPRIORITY or other analogues	
		Всевозможные мессенджеры. Доступ в социальные сети. Корпоративная электронная почта. Другие программные средства связи в виртуальном пространстве | All kinds of messengers. Access to social networks. Corporate email. Other software-based means of communication in the virtual space

Алгоритм разработан в соответствии с требованиями ГОСТ 19.701–90 «Схемы алгоритмов и программ».

Пользователями методики по предложенному алгоритму могут быть все сотрудники предприятия, включая и рабочих, и служащих, и руководителей, которые сталкиваются с разными по содержанию, структуре и уровню сложности проблемными ситуациями в процессе работы. Главное условие, которое будет гарантировать эффективность реализации оценённых, выбранных и принятых решений, – это компетентность пользователей, соответствующая занимаемой должности или рабочему месту, или рабочим (управленческим) функциям. Обычно это условие выполняется всегда, так как работодатель старается нанимать и удерживать компетентных лиц, а некомпетентных заменять [6]. Сделаем акцент на обратных связях при условии выявления максимальных оценок двух и более решений, соответствующих блокам «Выбор лучшего решения» или «Выбор лучших решений». В первом блоке такое событие может произойти при использовании в методике любой из предложенных форм для решения проблемной ситуации категорий сложности «А» и «Б». Во втором блоке такое же событие, но для ситуации категории сложности «В». Отличие этих блоков заключается лишь в том, что категория «А» и «Б» подразумевают решение проблемной ситуации путём

выбора одного решения после реализации оценки, а категория «В» серии решений из результатов оценок разных форм.

Оба блока для категорий ситуаций («А», «Б») и («В») при получении результатов ($УР_1^{max} \approx УР_2^{max} \approx \ldots \approx УР_n^{max}$) могут быть исправлены:

1) выбрать решение по одному или нескольким критериям, где разницы в оценках решений будут очевидны для форм: Ф-А2; Ф-А3; Ф-Б2.2; Ф-Б2.3; Ф-Б3.2; Ф-Б3.3;

2) если первый пункт невозможен к исполнению по каким-либо причинам, то нужно путём изменения критериев или решений применительно ко всем формам провести оценивание по-новому;

3) если 1 и 2 пункты не помогли, то в методике рекомендуется заменить форму оценивания и повторить процедуру оценки заново;

4) если для категории ситуаций «А» и «Б» не помогли действия, описанные в пунктах 1–3, то в алгоритме необходимо вернуться к этапу идентификации проблемной ситуации и выбрать другую категорию сложности для решения: для ситуации «А» – это «Б» или «В»; для ситуации «Б» – это «А» или «В»;

5) если ни один из указанных пунктов для разрешения проблемной ситуации категории «А», «Б» и «В» не помог, то пользователю следует переадресовать решение дублирующему его функции лицу или лицу, обладающему большей компетенцией чем он сам.

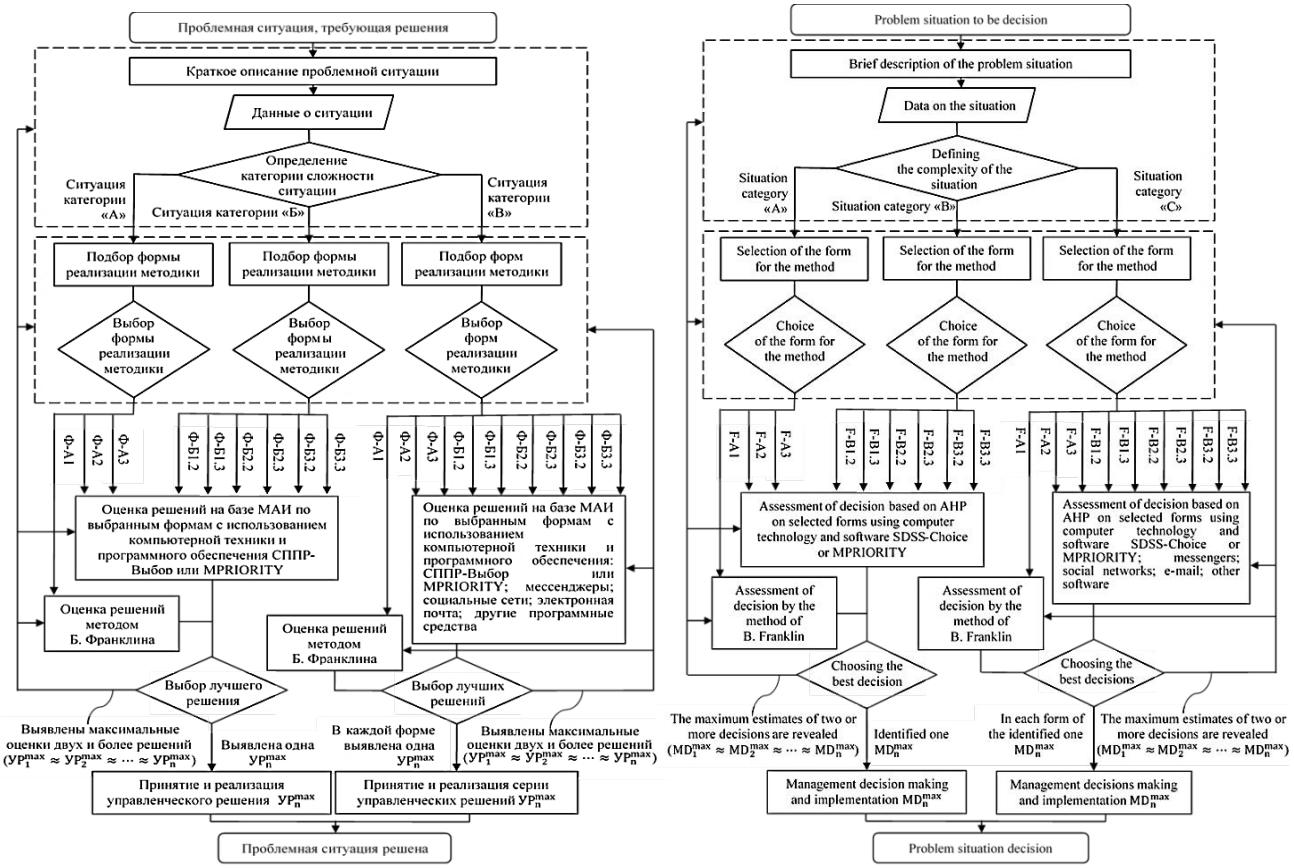


Рисунок 4. Алгоритм реализации универсальной экспресс-методики оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера на предприятии: $УР_n^{max}$ – управленческое решение в форме максимально выставленной оценки, полученной в результате вычисления результирующего вектора приоритета через стандартную процедуру в МАИ

Figure 4. Algorithm of realization of universal express-method of estimation and decision-making of management decisions of problems of situational character at the enterprise: MD_n^{max} – the management decision in the form of the maximum exposed assessment received as a result of calculation of the resulting priority vector through standard procedure in AHP

Цель исследования – апробация новой универсальной методики для оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера на предприятиях города Кыштым с учётом требования высокой оперативности. Объект исследования – проблемы ситуационного характера на предприятии. Предмет исследования – критерии и управленческие решения проблем ситуационного характера на предприятиях.

Апробация методики была произведена на базе предприятий АО «Радиозавод» («РД»); АО «Кыштымский медеэлектролитный завод» («КМЭЗ»).

В качестве субъектов исследования на двух указанных предприятиях выступили: специалисты по кадрам; начальники цехов (участков); инженеры-электронщики по цеху КИПиА; главный метролог – начальник цеха КИПиА; мастера по ремонту технологического оборудования; сотрудники научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; служащие отдела снабжения и сбыта; специалисты отдела маркетинга; администраторы финансовых служб; некоторые представители топ-менеджмента разных уровней иерархии предприятий. Итого – 42 человека (АО «РД» – 16 человек; АО «КМЭЗ» – 26 человек), которые выступили в роли пользователей методики. Все выбранные для исследования пользователи соответствовали указанным рекомендациям.

Цель исследования достигалась за счёт решения следующих задач:

1) проведения инструктажа пользователей методики на предприятиях (первая неделя);

2) реализации апробации новой методики для оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера на предприятиях по заданному алгоритму и произведения замеров времени для оценки уровня оперативности методики (вторая неделя);

3) опроса пользователей для уточнения достоинств, недостатков и предложений по развитию новой методики (третья неделя);

4) оценки эффективности функционирования методики (третья неделя).

Далее представим результаты достижения поставленных в исследовании задач. Решение **первой задачи** в достаточной степени прокомментировано в научном аппарате исследования. Поэтому перейдём к результатам решения **второй задачи**. Общее количество полученных управленческих решений проблем ситуационного характера с применением разных форм более 600 шт (на двух предприятиях).

Один из специалистов отдела кадров на АО «РД» решал проблему выдачи на руки документов сотрудника по запросу его прямого руководителя. Для этой проблемной ситуации была выбрана форма Ф-А1 (рисунок 5).

Специалист отдела кадров принял решение выдать документы на основании четырёх аргументов «ДА» ($УР_n^{max} = 4$) и только двух «НЕТ». Общее время на разработку и принятие решения 5 мин и 48 с.

Начальник цеха АО РД решал проблемную ситуацию (ПС) стоит или нет переобучать молодого сотрудника, находящегося у него в подчинении, при помощи формы Ф-Б2.2 (рисунке 6), так как уровень подготовки молодого сотрудника из вуза не соответствует предъявляемым требованиям занимаемой должности.

Начальник цеха определил следующие критерии оценки управленческих решений «ДА-НЕТ»: финансовый (ФИН.) – есть ли возможности у предприятия выделить деньги на переобучение нового сотрудника; социально-психологический (СОЦ-ПСИХ.) – насколько готов новый сотрудник к переобучению. В результате реализации методики получено положительное управленческое решение $УР_n^{max} = 0,8849$ и отрицательное с оценкой 0,1149. Начальник цеха затратил 7 мин и 36 с на реализацию методики и получение решения.

У инженера-электронщика (ведущего) по цеху КИПиА на АО «КМЭЗ» возникла проблемная ситуация, связанная с разработкой и принятием решения по выбору рабочего объекта (ремонтный блок 1 и 2 для основного производства) для снабжения его новым инструментом под заказ. Для разработки решения была выбрана форма Ф-Б3.2 со следующими критериями оценки в иерархии (рисунок 7): экономический (ЭКОНОМ.) – для какого объекта будет дешевле закупить инструмент; необходимость (НЕОБ.) – насколько сильно объект нуждается в новом инструменте; эффективность (ЭФ-ТЬ) – какой объект является более эффективным для производства. Было найдено решение закупки нового инструмента для 2-го объекта оценка $УР_n^{max} = 0,6853$. Время, которое затратил инженер-электронщик на поиск решения 11 мин и 5 с.

Главный метролог – начальник цеха КИПиА решал проблемную ситуацию замены устаревшей компьютерной техники в пользу одного из трёх своих сотрудников. Для разработки решения была выбрана форма Ф-Б2.3 со следующими критериями оценки в иерархии (рисунок 8): квалификация сотрудников (КВАЛ.); эффективность работы сотрудников (ЭФ-ТЬ). В качестве исходов-решений в иерархии выступили три сотрудника (СОТР. 1, 2, 3).

Главный метролог принял решение заменить устаревшую компьютерную технику в пользу первого сотрудника оценка $УР_n^{max} = 0,6335$. Затраченное время 9 мин и 21 с.

Мастер по ремонту технологического оборудования на АО «КМЭЗ» столкнулся с проблемной ситуацией, требующей принятия

решения по дорогостоящей настройке исполнительного механизма в цеху основного производства. Всего три рабочих места, которые нуждаются в этой дорогостоящей процедуре. Так как выделенных денежных средств не хватает на замену механизма на всех трёх рабочих местах, то требуется выбрать только одно рабочее место. Для решения проблемной ситуации мастер выбрал форму Ф-Б3.3 со следующими критериями оценки в иерархии (рисунке 9): квалификация рабочих (КВАЛ.); технологическая важность места нахождения рабочего места (МЕС. НАХ.); скорость работы рабочих (СКОР. Р.). Сами рабочие в иерархии обозначены сокращением РАБ. 1, 2 и 3.

Мастер решил проблемную ситуацию в пользу 1-го рабочего. В первую очередь настроят исполнительный механизм на первом рабочем месте оценка $УР_{n}^{max} = 0,4837$, а во вторую очередь на втором (третьем) 0,2686 (0,2476) по мере поступления денежных средств. Затраченное время 10 мин и 11 с.

В падавдяющем числе матриц было выполнено условие согласованности матричных оценок ОС < 0,1.

Третья и четвёртая задача решались совместно в течение одной недели. В качестве достоинств и недостатков пользователи отмечали все те положения методики, которые указаны в таблице 1 в последних трёх строках. Кроме того, большая часть пользователей отмечала низкий уровень оснащения рабочего места информационными технологиями: низкая производительность компьютерной техники; перебои с работой сети Интернет и внутренней локальной сети; удалёность компьютера; нет мобильного телефона, на котором можно было бы установить и использовать программу для реализации процедуры МАИ; другие.

Оценка эффективности методики осуществлялась при помощи письменно опроса её пользователей. Испытуемым предлагалось ответить на пять вопросов:

1) оцените возможность использования методики в разных областях деятельности: нет возможности – 1 или 2 балла; частично возможно – 3 балла; в основном хорошая возможность – 4 балла; возможно применить в разных областях деятельности – 5 баллов;

2) оцените возможность использования разных критериев оценки в методике: нет возможности – 1 или 2 балла; частично возможно – 3 балла; в основном хорошая возможность – 4 балла; возможно применять разные критерии оценки – 5 баллов;

3) оцените возможность использования информационных технологий в методике: нет возможности – 1 или 2 балла; частично возможно – 3 балла; в основном хорошая возможность – 4 балла; есть возможность применения разных информационных технологий – 5 баллов;

4) оцените уровень оперативности разработки и принятия решений при помощи методики: отсутствует – 1 или 2 балла; низкий – 3 балла; средний – 4 балла; высокий – 5 баллов;

5) учитывая выставленные Вами оценки с 1 – 4 пункт, оцените уровень универсальности методики: отсутствует – 1 или 2 балла; низкий – 3 балла; средний – 4 балла; высокий – 5 баллов.

Ситуация Ф-А1 | Situation F-A1

ДА | YES	НЕТ | NO
1. Выдача документов входит в должностные инструкции при соблюдении определённых правил; 2. Цель запроса руководителя соответствует регламенту выдачи документов; 3. Руководитель является подотчётным лицом; 4. Руководитель подтвердил свой запрос сопроводительным письмом от вышестоящего руководства | 1. Issuance of documents is included in job descriptions subject to certain rules; 2. The purpose of the request of the head corresponds to the rules of issuance of documents; 3. The head is an accountable person; 4. The Manager confirmed his request with a cover letter from his superiors	1. Не стоит дата на сопроводительном письме (дату можно поставить на месте); 2. Руководитель, который сделал запрос не всегда вовремя возвращает документы в отдел кадров | 1. Not worth the date on the cover letter (the date can be put in place); 2. The Manager who made the request does not always return the documents to the personnel Department on time
ЗА 4 аргумента | BEHIND 4 arguments	ПРОТИВ 2 аргумента | AGAINST 2 arguments

Рисунок 5. Пример решения проблемной ситуации при помощи формы Ф-А1 на АО «РД»

Figure 5. Example of solving the problem situation using the form F-A1 at JSC «RD»

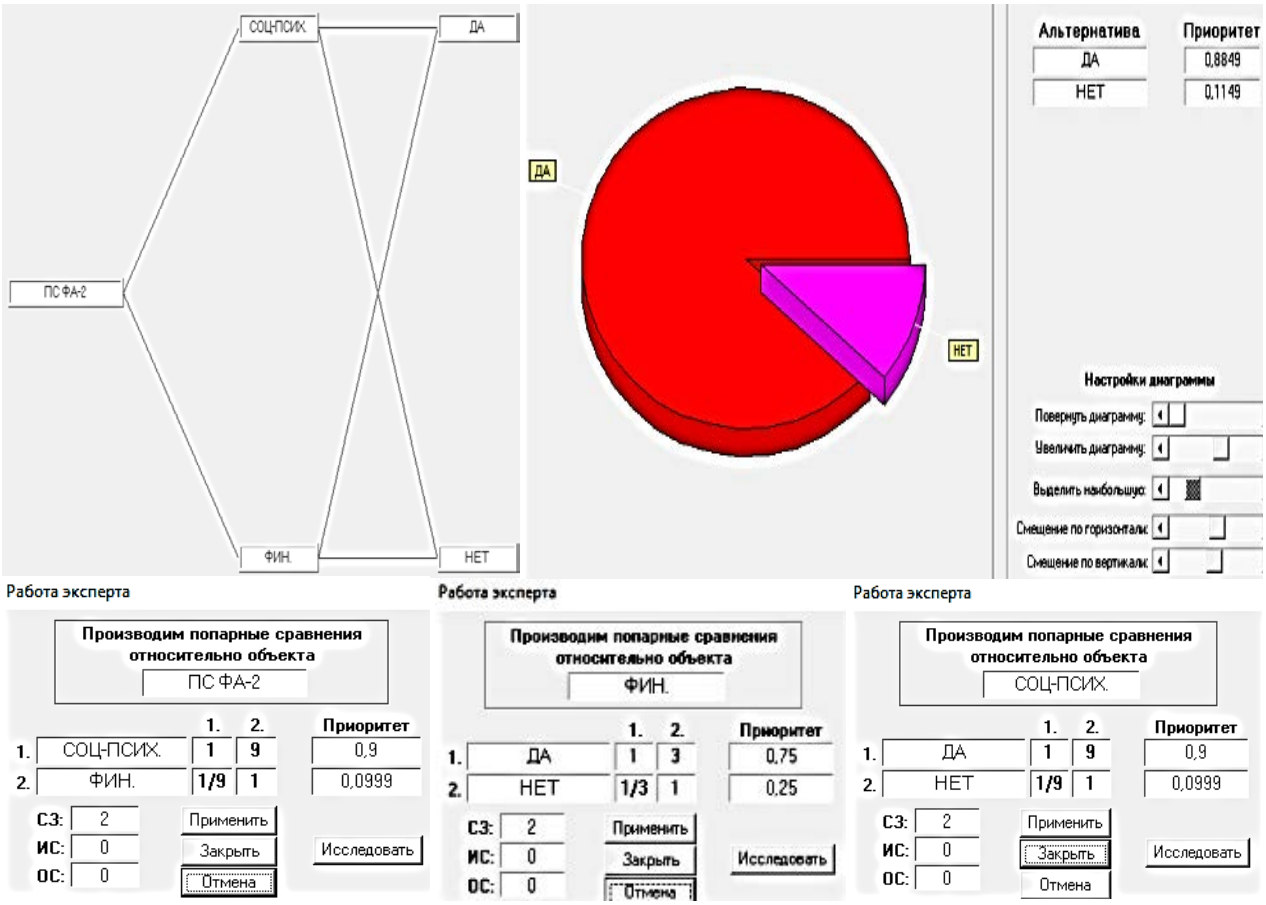


Рисунок 6. Пример решения проблемной ситуации при помощи формы Ф-Б2.2 на АО «РД»

Figure 6. An example of solving a problem situation using the form F-B2.2 at JSC «RD»

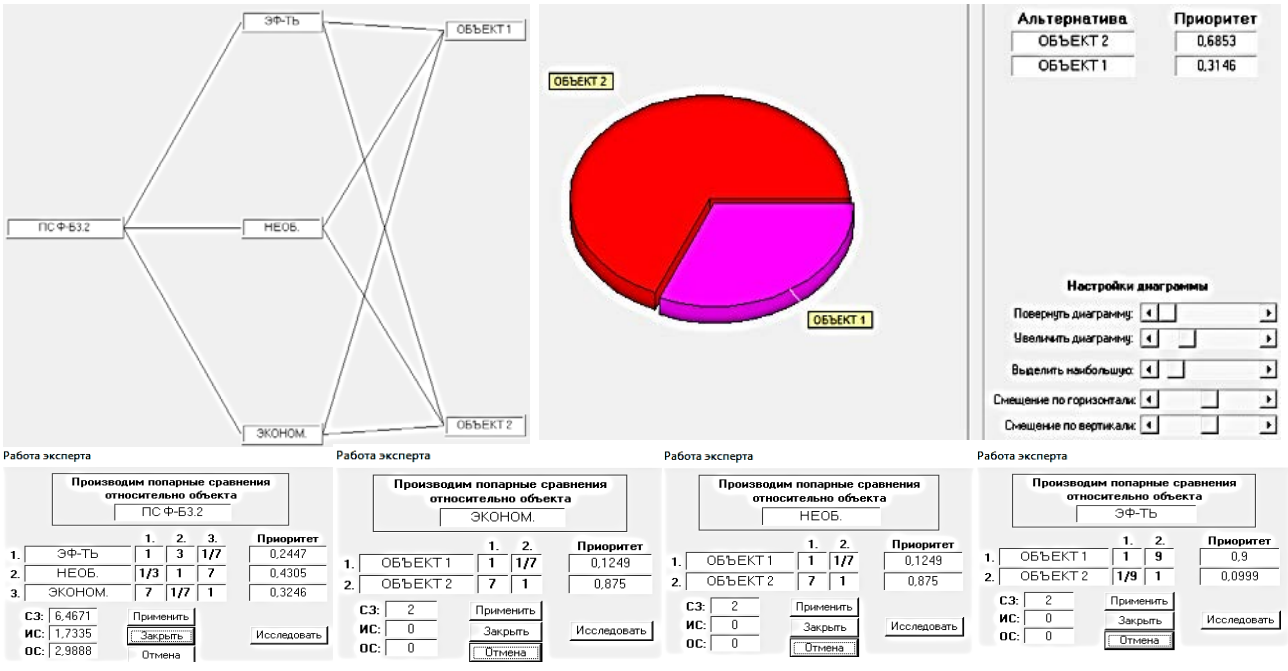


Рисунок 7. Пример решения проблемной ситуации при помощи формы Ф-Б3.2 на АО «КМЭЗ»

Figure 7. An example of solving a problem situation using the form F-B3.2 at JSC «KMEZ»

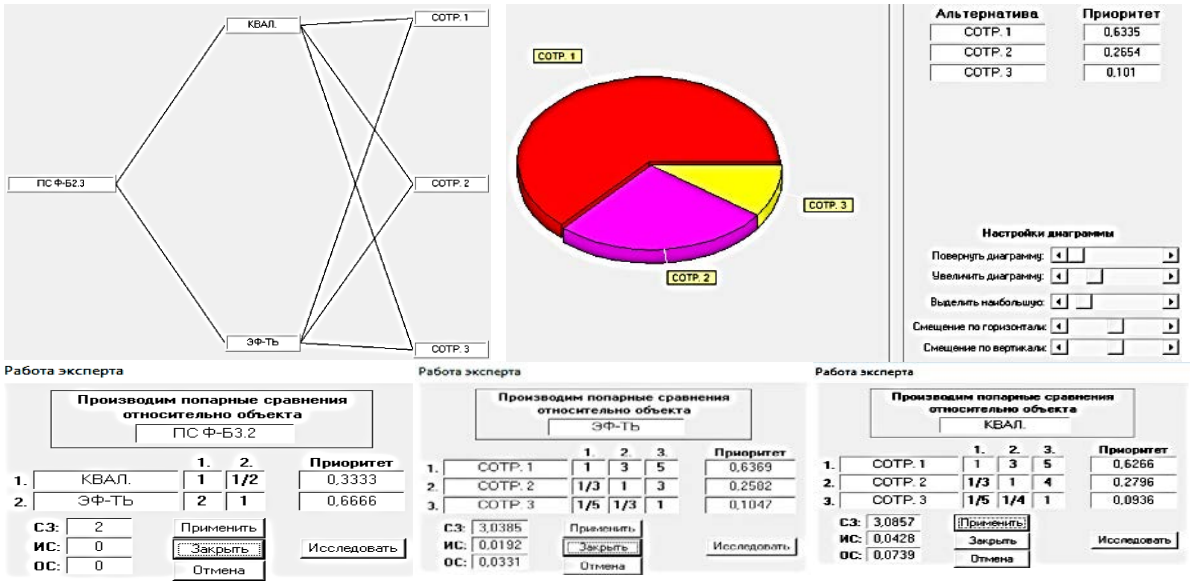


Рисунок 8. Пример решения проблемной ситуации при помощи формы Ф-Б2.3 на АО «КМЭЗ»

Figure 8. An example of solving a problem situation using the form F-B3.2 at JSC «KMEZ»

Таблица 3.

Результаты оценки эффективности функционирования методики

Table 3.

Results of evaluation of the effectiveness of the method

Вопросы из опросного листа Questions from the questionnaire	Определение статистической значимости полученных оценок эффективности функционирования методики при помощи критерия хи-квадрат | Determination of the statistical significance of the obtained estimates of the effectiveness of the technique using the Chi-square test				
	$\chi^2_{табл.} < \chi^2$, при степенях свободы (5 – 1) и (4 – 1) $\chi^2_{tab.} < \chi^2$, at degrees of freedom (5 – 1) and (4 – 1) *		Принимается или отклоняется гипотеза Hypothesis accepted or rejected	Средние оценки, баллы Average scores, point	
	для | for $p \le 0{,}01$	lля | for $p \le 0{,}05$	H_0	H_1	
1	11,3 < 15,9	7,8 < 15,9	НЕТ | NO	ДА | YES	4,25
2	11,3 < 16,1	7,8 < 16,1	НЕТ | NO	ДА | YES	4,05
3	13,3 < 15,8	9,5 < 15,8	НЕТ | NO	ДА | YES	2,95
4	11,3 < 16,3	7,8 < 16,3	НЕТ | NO	ДА | YES	3,91
5	11,3 < 17,2	7,8 < 17,2	НЕТ | NO	ДА | YES	3,85

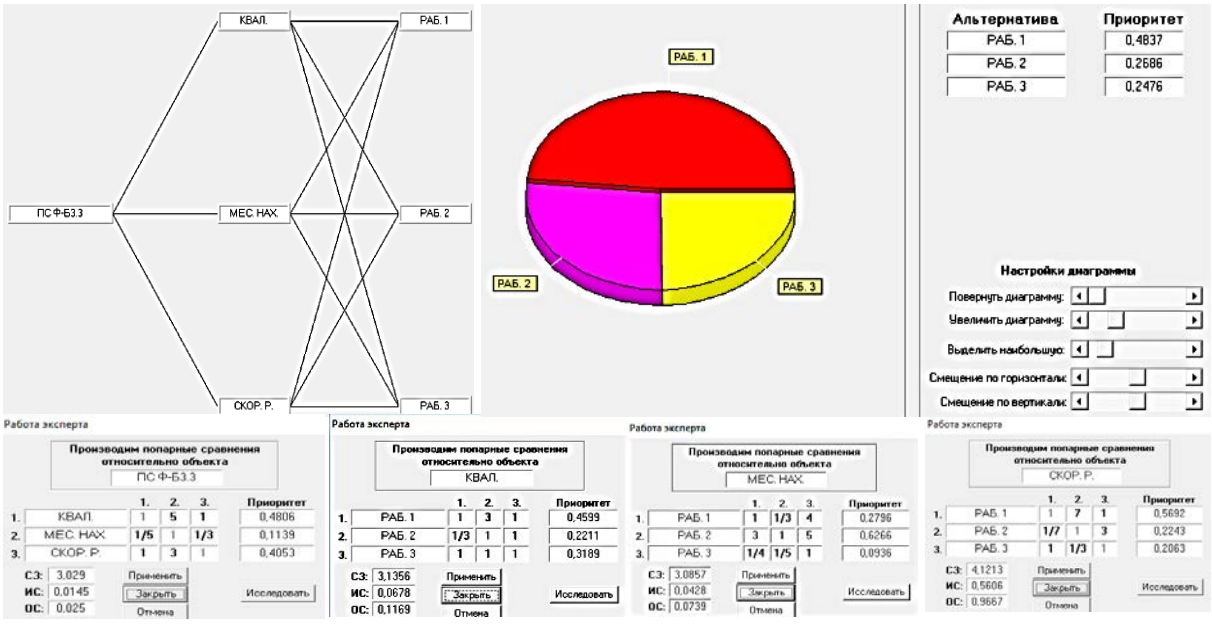


Рисунок 9. Пример решения проблемной ситуации при помощи формы Ф-Б3.3 на АО «КМЭЗ»

Figure 9. An example of solving a problem situation using the form F-B3.3 at JSC «KMEZ»

В опросе участвовало 42 человека с обоих предприятий АО «РД» и АО «КМЭЗ». Веса у пользователей методики были одинаковыми – 1. В результате сравнения полученных числовых рядов оценок на обоих предприятиях не выявлено существенных различий. Поэтому все результаты опроса объединены в одну выборку в 42 человека. Проверка статистической значимости полученных ответов на вопросы осуществлялась при помощи критерия хи-квадрат. Полученные результаты консолидированы в таблице 3.

Выявлена хорошая возможность использования методики в разных областях деятельности и хорошая возможность использования в методике разных критериев оценки решений. Самая низкая оценка в 2,95 балла выставлена в третьем вопросе. Такая низкая оценка связана с разными ограничениями в использовании информационных технологий при реализации методики на предприятии. Авторы предполагают, что именно низкий уровень использования информационных технологий на предприятии отрицательно повлиял на ответы на четвёртый и пятый вопрос. В обоих случаях балльная оценка немного недотягивает до значения в 4 балла. Однако при использовании разных форм в методике (рисунки 1–3) 42-мя пользователями минимальное время решения проблемной ситуации составило 5 мин и 37 с, максимальное время 47 мин (форма «В», рисунок 3) и среднее 9 мин и 46 с.

Таким образом, если обобщить полученные результаты оценки эфективности функционирования методики, то можно констатировать средний уровень оперативности и универсальности, который потенциально может стать выше среднего значения при условии исправления указанных недостатков в направлении использования информационных технологий на предприятиях. Полученные результаты апробации методики были предоставленны высшему руководству предприятий АО «РД» и АО «КМЭЗ». Было принято решение о системном внедрениии методики на предприятиях.

Заключение

Проведён анализ научных трудов в области принятия управленческих решений проблем ситуационного характера. Результаты анализа позволили сформулировать теоретические положения универсальной экспресс-методики. Отличительная особенность предложенной методики – уровень оперативности и универсальности выше среднего значения. Для поддержания такого уровня оперативности и универсальности в методике были предусмотрены разные формы для разработки управленческих решений проблемных ситуаций разных категорий сложности, алгоритм действия и хорошая возможность использования информационных технологий. Проведённая оценка эффективности использования методики на указанных выше предприятиях подтвердила средний уровень оперативности и универсальности методики.

ЛИТЕРАТУРА

1 Алехина Л.Л., Алехина А.А. Ситуационный менеджмент: подходы и решения // Вестник ОрелГИЭТ. 2014. № 3 (29). С. 56–60.

2 Барчуков А.В., Краденых И.А. Оценка эффективности и выявление проблем золотодобывающей отрасли методами ситуационного анализа // В сборнике: Актуальные вопросы проектного и процессного менеджмента. Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием ученых транспортных вузов и представителей академической науки; под ред. С.Н. Третьяка. 2014. С. 12–19.

3 Гончарова Е.В., Курлович А.И. Особенности ситуационного подхода к принятию решений в экономике // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Т. 39. С. 1436–1440.

4 Гончарова Е.В., Божескова А.А. Роль системного подхода и ситуационного анализа в процессе принятия управленческих решений // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Т. 39. С. 4252–4256.

5 Ермакова Е.М., Агафонова М.С. Применение системного и ситуационного подходов в реформировании организационной структуры управления // Научное обозрение. Экономические науки. 2016. № 2. С. 68–73.

6 Журавлев В.В., Варкова Н.Ю., Пищулина Е.С. Современные тенденции международного и российского опыта формирования кадровой политики // Экономика и предпринимательство. 2018. № 3 (92). С. 552–557.

7 Зацаринный А.А., Сучков А.П. Системотехнические подходы к созданию системы поддержки принятия решений на основе ситуационного анализа // Информатика и ее применения. 2016. Т. 10. № 4. С. 105–113.

8 Куликова О.И. Нестабильность и неопределенность в ситуационном подходе к управлению организациями // Многоуровневое общественное воспроизводство: вопросы теории и практики. 2014. № 6 (22). С. 215–222.

9 Кулинич А.А. Ситуационный, когнитивный и семиотический подходы к принятию решений в организациях // Открытое образование. 2016. Т. 20. № 6. С. 9–17.

10 Кужелева С.А. Система информационной поддержки принятия решений для управления конкурентоспособностью вуза на основе ситуационного подхода // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2012. № 2–3. С. 194–198.

11 Саати Т.Л. Магическое число «семь» в природе // Cloud of Science. 2017. Т. 4. № 1. С. 5–33.

12 Саати Т.Л. Относительное измерение и его обобщение в принятии решений. Почему парные сравнения являются ключевыми в математике для измерения неосязаемых факторов // Cloud of Science. 2016. Т. 3. № 2. С. 171–262.

13 Саати Т.Л. Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений // Cloud of Science. 2015. Т. 2. № 1. С. 5–39.

14 Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 360 с.

15 Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.

16 Титов А.В. Математическое обеспечение ситуационного подхода к управления сложными объектами // В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2011). Материалы пятой международной конференции; общая редакция С.Н. Васильев, А.Д. Цвиркун. 2011. С. 140–143.

REFERENCES

1 Alekhina L.L., Alekhina A.A. Situation management: approaches and solutions. Bulletin OrelGIEHT. 2014. no. 3. pp. 23–27. (in Russian).

2 Barchukov A.V., Kradenyh I.A. Assessment of efficiency and identification of problems of the gold mining industry by methods of situational analysis. In the collection: Topical issues of project and process management. Proceedings of the all-Russian scientific-practical conference with international participation of scientists of transport universities and representatives of academic science; ed. S.N. Tret'yaka. 2014. pp. 12–19. (in Russian).

3 Goncharova E.V., Kurlovich A.I. Features of the situational approach to decision-making in the economy. Scientific and methodical electronic journal «Concept». 2017. vol. 39. pp. 1436–1440. (in Russian).

4 Goncharova E.V., Bozheskova A.A. The role of a systematic approach and situational analysis in the management decision-making process. Scientific and methodical electronic journal «Concept». 2017. vol. 39. pp. 4252–4256. (in Russian).

5 Ermakova E.M., Agafonova M.S. Application of systemic and situational approaches in reforming the organizational structure of management. Scientific review. Economics. 2016. no. 2. pp. 68–73. (in Russian).

6 Zhuravlev V.V., Varkova N.Yu., Pishchulina E.S. Current trends in international and Russian experience in the formation of personnel policy. Economy and entrepreneurship. 2018. no. 3 (92). pp. 552–557. (in Russian).

7 Zacarinnyj A.A., Suchkov A.P. System technical approaches to the creation of decision support system based on situational analysis. Informatics and its applications. 2016. vol. 10. no. 4. pp. 105–113. (in Russian).

8 Kulikova O.I. Instability and uncertainty in the situational approach to the management of organizations. Tiered social reproduction: theoretical and practical issues. 2014. no. 6 (22). pp. 215–222. (in Russian).

17 Титов А.В. Система принятия управленческих решений на основе нечетких мер сходства // IDO Science. 2010. № 2. С. 87–89.

18 Уланова Т.В. Особенности повышения эффективности персонала ОАО «РЖД» на примере метода Франклина // В сборнике: Менеджмент – современная технология координации деятельности сборник статей международной научно-практической конференции. 2016. С. 173–177.

19 Франклин Б. О свободе и необходимости, наслаждении и страдании: пер. с англ. Ю.В. Кулишенко. М.: Эксмо, 2016. 155 с.

20 Франклин Б. Путь к богатству: автобиография: пер. с англ. Ю. Кулишенко. М.: Эксмо, 2015. 438 с.

21 Шагеев Д.А., Перегримова И.М. Методика разработки согласованных управленческих решений распределения чистой прибыли на предприятии // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 392–415.

22 Шагеев Д.А., Перегримова И.М. Разработка сбалансированного управленческого решения по формированию инвестиционного портфеля для физического лица в историческом и современном аспекте // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». 2017. Т. 11. № 1. С. 86–98.

9 Kulinich A.A. Situational, cognitive and semiotic approaches to decision-making in organizations. Open education. 2016. vol. 20. no. 6. pp. 9–17. (in Russian).

10 Kuzheleva S.A. The system of information support of decision-making to manage the competitiveness of the University on the basis of situational approach. News of southwest state University: Series Management, computer engineering, computer science. Medical instrumentation. 2012. no. 2–3. pp. 194–198. (in Russian).

11 Saaty T.L. The magic number seven in nature. Cloud of Science. 2017. vol. 4. no. 1. pp. 5–33.

12 Saaty T.L. Relative measurement and its generalization in decision-making. Why pairwise comparisons are Central to mathematics to measure intangible factors. Cloud of Science. 2016. vol. 3. no. 2. pp.171–262.

13 Saaty T.L. On the measurement of the intangible. An approach to relative measurements based on the main eigenvector of the pair comparison matrix. Cloud of Science. 2015. vol. 2. no. 1. pp. 5–39.

14 Saaty T. Decision making with dependence and feedback. Moscow, LKI, 2008. 360 p. (in Russian).

15 Saaty T. Decision making. Hierarchy analysis method. Moscow, Radio i sviaz. 1993. 278 p. (in Russian).

16 Titov A.V. Mathematical support of situational approach to the management of complex objects. book: managing the development of large-scale systems (MLSD'2011). Proceedings of the fifth international conference; ed. S.N. Vasil'ev, A.D. Cvirkun. 2011. pp. 140–143. (in Russian).

17 Titov A.V. Management decision-making system based on fuzzy similarity measures. IDO Science. 2010. no. 2. pp. 87–89. (in Russian).

18 Ulanova T.V. Features of improving the efficiency of personnel of JSC "Russian Railways" on the example of the Franklin method. In the collection: Management – a modern technology for coordinating activities, a collection of articles from an international scientific and practical conference. 2016. pp. 173–177. (in Russian).

19 Franklin B. About freedom and necessity, pleasure and suffering. Moscow, Ehksmo, 2016. 155 p. (in Russian).

20 Franklin B. Way to riches: the autobiography. Moscow, Ehksmo, 2016. 438 p. (in Russian).

21 Shageev D.A., Peregrimova I.M. Methodic of development of coordinated management decisions of distribution of net profit at the enterprise. Proceedings of VSUET. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 392–415. (in Russian).

22 Shageev D.A., Peregrimova I.M. Development of the Balanced Managerial Decision on Formation of an Investment Portfolio for an Individual in Historical and Modern Aspects. Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management. 2017. vol. 11. no. 1. pp. 86–98. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Денис А. Шагеев к.э.н., доцент, кафедра экономики и управления, Международный Институт Дизайна и Сервиса, ул. Ворошилова, 12, г. Челябинск, 454014, Россия, denisshageev@yandex.ru

Таисия А. Чухонцева студент, кафедра экономики и управления, Международный Институт Дизайна и Сервиса, ул. Ворошилова, 12, г. Челябинск, 454014, Россия, roof.cat@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Денис А. Шагеев предложил универсальную экспресс-методику оценки и принятия управленческих решений проблем ситуационного характера на предприятии, написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат.

Таисия А. Чухонцева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Denis A. Shageev Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economics and management department, International Institute of Design and Service, Voroshilova str., 12, Chelyabinsk, 454014, Russia, denisshageev@yandex.ru

Taisiya A. Chuhonceva student, economics and management department, International Institute of Design and Service, Voroshilova str., 12, Chelyabinsk, 454014, Russia, roof.cat@mail.ru

CONTRIBUTION

Denis A. Shageev proposed a universal rapid method of assessment and management decision-making of situational problems in the enterprise, wrote the paper, corrected it before submitting to the journal and is responsible for plagiarism.

Taisiya A. Chuhonceva reviewed the publications on the problem studied, performed calculations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.10.2019

ACCEPTED 5.18.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 519.711.3:355

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-377-382

Оценка инновационного развития Российской Федерации на основе индикаторов концепции и стратегии 2020 года

Юрий В. Журавлев [1] e-mail@m.ru
Ирина В. Куксова [1] iris1982@yandex.ru
Евгений А. Губертов [2] st-uran@yandex.ru
Леонид И. Чуриков [3] ebfm254@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] АНОО ВО «Воронежский экономико-правовой институт», ул. Ленина, 59, г. Старый Оскол, 309514, Россия
[3] АО «Концерн «Созвездие», г. Воронеж, ул. Плехановская, 14, 394018, Россия

Аннотация. Рассмотрены основные индикаторы инновационного развития Российской Федерации на основе данных, приведенных в двух нормативно-правовых документах, разработанных в 2008 и 2011 годах. Индикаторы охватывают широкий круг направлений социально-экономического развития, а их значения должны быть достигнуты к 2020 году. Однако заложенные в документах целевые ориентиры макроэкономических индикаторов на текущий момент времени видятся завышенными. Проведен анализ основных достижений в области инновационного развития нашей страны за десятилетний период. Для проведения анализа использовался набор статистических данных, опубликованных в различных источниках, а также значения целевых макроэкономических индикаторов, опубликованных в концепции и стратегии. На основе оценки индикаторов и их отклонений осуществляется анализ успеха реализации инновационного развития России по различным направлениям – от развития высокотехнологического сектора до публикационной активности авторов. На основе полученных результатов сделан вывод о достижении тех или иных целевых значений макроэкономических индикаторов на текущий момент времени и предположение о достижении этих значений к 2020 году. Кроме того, на основе анализа определено, какой из трех вариантов инновационного развития реализует наша страна на современном этапе. Обобщены основные причины, которые не позволили экспертам и Правительству РФ достичь основных целевых индикаторов концепции и стратегии и перевести нашу страну на «инновационные рельсы».

Ключевые слова: инновационное развитие, регион, экономика, стратегия

Evaluation of innovative development of the Russian Federation based on the 2020 vision and strategy indicators

Yuriy V. Zhuravlev [1] e-mail@m.ru
Irina V. Kuksova [1] iris1982@yandex.ru
Evgeniy A. Gubertov [2] st-uran@yandex.ru
Leonid I. Churikov [3] ebfm254@yandex.ru

[1] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
[2] ANOO VO "Voronezh Institute of Economics and Law", Lenin st., 59, Stary Oskol, 309514, Russia
[3] JSC "Concern "Constellation ", Plekhanovskaya str., 14, Voronezh, 394018, Russia

Abstract. The main indicators of the innovative development of the Russian Federation are considered on the basis of the data presented in two regulatory documents developed in 2008 and 2011. The indicators cover a wide range of areas of socio-economic development, and their values should be achieved by 2020. However, the targets of macroeconomic indicators laid down in the documents at the current moment of time are seen to be overestimated. The analysis of the main achievements in the field of innovative development of our country over a ten-year period is carried out. For the analysis, a set of statistical data published in various sources was used, as well as the values of target macroeconomic indicators published in the concept and strategy. Based on the assessment of indicators and their deviations, an analysis is made of the success of the innovative development of Russia in various areas - from the development of the high-tech sector to the publication activity of the authors. Based on the results obtained, it was concluded that these or those target values of macroeconomic indicators have been achieved at the current time and an assumption about achieving these values by 2020. In addition, based on the analysis, it was determined which of the three options for innovative development our country is implementing at the present stage. The main reasons that prevented the experts and the Government of the Russian Federation from reaching the main target indicators of the concept and strategy and transferring our country to “innovative tracks” are summarized.

Keywords: innovative development , region, economy, strategy

Введение

В современных условиях инновационное развитие является наиболее эффективным для любой экономики мира, так как дает возможность в относительно короткие сроки выйти и закрепиться в авангарде развитых стран. Сегодня делается ставка на рост значительного количества инновационной продукции, работ, услуг в общем уровне ВВП страны. Из-за этого обостряется конкуренция на мировых рынках, где высокие технологии и научные разработки являются серьезным конкурентным преимуществом экономики страны.

Для цитирования

Журавлев Ю.В., Куксова И.В., Губертов Е.А. Оценка инновационного развития Российской Федерации на основе индикаторов концепции и стратегии 2020 года // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 377–382. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-377-382

For citation

Zhuravlev Yu.V., Kuksova I.V., Gubertov E.A. Evaluation of innovative development of the Russian Federation based on the 2020 vision and strategy indicators. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 377–382. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-377-382

Российская Федерация является одной из ведущих стран мира. Здесь сосредоточено огромное количество природных ресурсов. После распада СССР, перестройки экономики и длительного социально-экономического кризиса в конце 2000-х годов Президентом и Правительством РФ были поставлены приоритетные цели социально-экономического развития страны. Для достижения поставленных целей была разработана концепция, которая нашла свое отражение в нормативно-правовом акте № 1662-р от 17.11.2008 «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (далее Концепция) [1].

Основная часть

В рамках Концепции инновационное развитие России должно проходить в два этапа. С содержанием и особенностью этапов можно ознакомиться в самом нормативно-правовом акте. Отметим только, что поэтапное развитие российской экономики связано с глобальными переменами в экономической и социальной жизни, а также существенным повышением эффективности функционирования страны за счет внедрения широкого круга инноваций в различные сектора экономики.

Для каждого этапа вплоть до 2020 года установлены целевые значения, выраженные в основном в темпах роста (таблица 1).

Таблица 1.

Целевые значения макроиндикаторов инновационного развития РФ

Table 1.

Target values of macro indicators of innovative development of the Russian Federation

Наименование индикатора Indicator name	Изменение на первом этапе | Change in the first stage	Изменение на втором этапа | Change in the second stage	За два этапа | In two stages
Продолжительность жизни в стране, в годах Life expectancy in the country, in years	+2,5	+2	+4,5
Скорость роста ВВП, в % | GDP growth rate per cent	137–138	134–166	184–229
Скорость роста производительности труда, в % Productivity growth rate, %	140–141	171–178	239–251
Скорость роста энергоемкости ВВП, в % Rate of gdp energy intensity growth, %	81–83	70–75	58–62
Скорость роста реальных располагаемых доходов населения, в % | The rate of growth of real disposable incomes of the population, % of the	153–154	164–172	251–265
Скорость роста инвестиций в основной капитал, в % The rate of growth of fixed investment, %	180–185	215–223	387–413
Доля расходов на НИОКР в ВВП, в % | The share of research and development expenditures in GDP, as a percentage of	1,4–1,6	3	-
Доля расходов на образование в ВВП, в % The share of education spending in GDP, as a percentage of	5,5–5,7	6,5–7	-
Доля расходов на здравоохранение в ВВП, в % The share of health expenditures in GDP, as a percentage of	5,2–5,4	6,7–7	-

Составлена авторами по данным [1]. | Compiled by the authors according to the data [1].

Сравнив значения индикаторов в таблице 1 с аналогичными значениями на текущий момент времени, получили следующие результаты.

1. Увеличение ожидаемой продолжительности жизни за два этапа должно составить 4,5 года. По данным Росстата [2], в 2008 году средняя продолжительность жизни составляла 67,99 года, в 2017 году она составила – 72,7 года. Общий прирост составил 4,71 года. За 2018 год директор Российского геронтологического научно-клинического центра, главный внештатный гериатр Минздрава Ольга Ткачева [3] озвучила цифру в 73 года.

2. Темп рост ВВП должен достигнуть к концу срока 225%. Правда здесь не сказано, о каком именно ВВП идет речь – о номинальном (ВВП в текущих ценах) или реальном (ВВП в ценах базового года). Проанализируем изменение обоих показателей. По данным Росстата, ВВП страны в текущих ценах в 2008 году равнялся 41 276,8 млрд р., а в 2018 году – 103 875,8 млрд р. Итоговый темп роста составил 252%. ВВП 2018 года в ценах 2008 составил 48 224, 6 млрд р. Следовательно, темп роста реального ВВП – 116,83%.

3. Темп роста производительности труда должен достигнуть к 2020 году минимум 239,4%. В 2017 году его темп роста составил всего 115,58%. Другими словами, значение данного показателя увеличилось всего на 15,58% за период с 2008 по 2017 год, а к 2020 году планировался на уровне 139,4%, т. е. почти в 9 раз больше.

4. Снижение энергоемкости ВВП в 2020 году должно достичь в темпах роста минимум 62,2%. То есть целевой ориентир – это снизить данный показатель на 37,25%. К сожалению, данные Росстата по энергоемкости ВВП до 2012 году отсутствуют, поэтому предлагается оценить выполнение только второго этапа в концепции – снижение энергоемкости ВВП на 25%. Согласно данным статистики в 2012 году энергоемкость ВВП составила 129,62 кг условного топлива/на 10 тыс. р. Следовательно, к 2020 году это значение должно составить 97,215 кг условного топлива/на 10 тыс. р. По состоянию на 2017 год показатель составил 99,95 кг условного топлива/на 10 тыс. р. Однако расчет энергоёмкости по данным ВВП в текущих ценах искажает реальное значение показателя. Об этом говорится в статье И.А. Башмакова [4]. Автор прямо указывает на некорректность использования Росстатом для расчета энергоемкости показателя ВВП в текущих ценах и предлагает использовать для этого значение реального ВВП. Согласно пересчитанным данным, значение показателя энергоемкости на 2017 год составило 132,5 кг условного топлива/на 10 тыс. р.

5. Темп роста реальных доходов население за два этапа должен был составить к 2020 году минимум 250,92% (в 2,5 раза). По данным Росстат, за период с 2008 по 2017 год темп роста реальных доходов населения составил всего 106,68%.

6. Инвестиции в основной капитал экономики РФ должны увеличиться в темпах роста до 387% или в 3,87 раза. Статистика свидетельствует, что в 2018 году темп роста данного показателя составил 200,36%.

7. Расходы на НИОКР, образование и здравоохранение по данным службы государственной статистики составили соответственно 1,1%, 3,5% и 3,1% (по состоянию на 2017 год). Таким образом, все три индикатора достигают около половины от поставленных значений.

В таблице 2 представлены результаты сравнительного анализа достижения числовых значений макроэкономических индикаторов, а также отклонение их текущего значения от значения, которое должно быть достигнуто в 2020 году.

Таблица 2.

Сравнительный анализ текущего достижения индикаторов инновационного развития РФ*

Table 2.

Comparative analysis of the current achievement of indicators of innovative development of the Russian Federation *

Наименование индикатора | Indicator name	2017–2018	2020**	Отклонение
Продолжительность жизни, в годах | Life expectancy, in years	+4,71	+4,5	+0,21
Скорость роста ВВП в текущих ценах, % GDP growth rate at current prices, %	252,00	225	+27
Скорость роста ВВП в ценах 2008 года, % GDP growth rate in 2008 prices, %	116,80	225	-108,227
Скорость роста производительности труда, % | Productivity growth rate, %	115,58	239	-123,42
Скорость роста энергоемкости ВВП (данные Росстата с 2012 года), % The rate of growth in energy intensity of GDP (Rosstat data since 2012), as a percentage of the	77,11	75	+2,11
Скорость роста энергоемкости ВВП (пересчитанные по реальному ВВП), % The rate of growth in energy intensity of GDP (recalculated by real GDP), as a percentage of the	102,22	75	+27,50
Скорость роста реальных располагаемых доходов населения, % The rate of growth of real disposable incomes of the population, % of the	106,68	251	-144,32
Скорость роста инвестиций в основной капитал, % The rate of growth of fixed investment, %	200,36	387	-187,36
Доля расходов на НИОКР в ВВП, % The share of research and development expenditures in GDP, as a percentage of	1,11	3	-1,89
Доля расходов на образование в ВВП, % The share of education spending in GDP, as a percentage of	3,50	6,5	-3,00
Доля расходовна здравоохранение в ВВП, % The share of health expenditure in GDP, as a percentage of	3,60	6,7	-3,10

* Составлена авторами по данным [1–4]. \| Compiled by the authors according to the data [1–4].

** Для расчета норматива берется наиболее близкое к целевому значение макроэкономического индикатора из диапазона, представленного в таблице 1 (To calculate the norm, the closest to the target value of the macroeconomic indicator from the range presented in Table 1 is taken)

По данным таблицы 1 можно отметить, что по 9 из 11 индикаторов, спустя 9–10 лет, не достигнуты значения, установленные в Концепции. Учитывая текущую экономическую ситуацию в стране, а также текущие отклонения, можно предположить, что их целевые значения не будут достигнуты вовсе. Отдельно следует отметить, что по некоторым индикаторам наблюдается провальная ситуация. Так, уровень реального ВВП, энергоемкость ВВП, реальные доходы населения, а также расходы на НИОКР, образование и здравоохранения катастрофически не дотягивают до целевых значений.

Начиная с 2011 года, на основе Концепции свыше 1000 экспертов под руководством Государственного университета – Высшей школы экономики, Российской академии народного хозяйства, а также государственной службы трудились над созданием стратегии инновационного развития страны. Итогом их работы стала разработка документа «Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р)» [5]. Ее краткое название – Стратегия 2020 [6].

В итоговом документе были разработаны три варианта развития Российской Федерации – инерционно-технологический, догоняющий и лидирующий. Так как во втором варианте упор делается на активизацию энергосырьевого сектора экономики, то в своей статье «О стратегии и концепции социально-экономического развития до 2020 года» С.Ю. Глазьев [7] называет данный вариант энергосырьевым. Авторами отмечается, что только третий вариант соответствует целям и задачам, установленным в Концепции, следовательно, он наиболее эффективен для нашей страны. Первый же вариант характеризуется как нежелательный, так как в итоге приведет экономику к технологическому отставанию. В этом случае не особо понятно, почему он является инновационным [12–14]. Догоняющий вариант основан на широком привлечении новых технологий за счет импорта, и хотя его риски хорошо известны, авторами он не отмечается как нежелательный.

Реализация Стратегии 2020 должна проходить в два этапа – с 2011 по 2013 и с 2014 по 2020 годы. Основной целью Стратегии 2020 является переход страны на лидирующие позиции в мире за счет инновационного развития, то есть реализации третьего варианта. В общем плане все мероприятия, связанные с достижением поставленной цели, сгруппированны по семи ключевым направлениям – от формирования компетенций инновационной деятельности до территории инноваций [15–17]. Отдельно выделены, как и в Концепции, целевые индикаторы, которые должны быть достигнуты на тот или иной период времени (таблица 3).

Таблица 3.

Сравнительный анализ достижения целевых индикаторов Стратегии 2020*

Table 3.

Comparative analysis of the achievement of the Strategy 2020 target indicators

Наименование индикатора | Indicator name	2009–2010	2016–2017	2020
1	2	3	4
Доля предприятий промышленного производства, осуществляющих технологические инновации, % The share of industrial enterprises engaged in technological innovations, %	9,40	7,50	40–50
Доля экспорта русских высокотехнологичных товаров и услуг в совокупном мировом диапазоне экспорта высокотехнологичных товаров и услуг, в % ВБ Share of exports of Russian high-tech goods and services in the total global range of exports of high-tech goods and services, % of the world Bank	0,25	0,93	2
Доля валовой добавленной ценности нового сектора в валовом внутреннем продукте, % | Share of gross value added of the new sector in gross domestic product, %	12,70	13,50	17–20
Доля новой продукции в общем масштабе промышленной продукции, в % Росстат Share of new products in the total scale of industrial production, in % Rosstat	4,90	6,70	25–35
Внутренние затраты на изучение и разработки, % (Росстат) Internal costs for research and development, % (Rosstat)	1,30	1,10	2,5–3,0
Доля публикаций русских ученых в общем количестве публикаций в мировых общенаучных журналах, % | The share of publications of Russian scientists in the total number of publications in world scientific journals, %	2,08	2,76	3
Число цитирований в расчете на 1 статью российских исследователей в научных журналах, индексируемых в базе данных «Сеть науки» (WebofScience) The number of citations per 1 article of Russian researchers in scientific journals indexed in the database " Network of science "(WebofScience)	2	3,38	4

Продолжение таблицы 3 | Continuation of table 3 |

1	2	3	4
Число русских вузов, входящих в количестве 200 ведущих мировых университетов согласно мировому рейтингу университетов, ед. The number of Russian universities included in the number of 200 leading world universities according to the world University rankings, units	1	1	4
Число русских патентов, ежегодно регистрируемых физическими и юридическими лицами в патентных ведомствах Европейского союза, Соединенных Штатов Америки и Японии, ед. Number of patents registered annually by Russian individuals and legal entities in the patent offices of the European Union, the United States of America and Japan, units	63	92	2500–3000

* Составлена авторами по данным [5, 8–10]. | * Compiled by the authors according to [5, 8–10].

Таким образом, оценивая данные таблицы 3, можно констатировать, что основная цель Стратегии 2020 по состоянию на 2017 год не достигнута и, судя по динамике, вряд ли будет достигнута к 2020 году. Отметим, что по одним целевым индикаторам наблюдается обратная тенденция. В их числе – доля предприятий промышленного производства, осуществляющих технологические инновации (снижение с 9,4 до 7,5%); внутренние затраты на исследования и разработки (снижение с 1,3 до 1,1%). По другим индикаторам целевые ориентиры на 2020 год были установлены в преувеличенном, как оказалось, размере. Однако, что касается публикационной активности российских ученых, то к окончанию срока реализации стратегии целевые значения здесь могут быть достигнуты.

Заключение

В результате анализа индикаторов инновационного развития Концепции и Стратегии 2020 можно утверждать, что Российская Федерация на текущий момент времени развивается по самому неблагоприятному для себя сценарию – инерционного развития. Кроме того, сразу после разработки Концепции С.Ю. Глазьев отмечал незначительные недостатки, связанные с рядом методологических просчетов, отсутствием или несвоевременностью применения основных инструментов государственной политики для перевода страны на инновационной путь развития, влиянием на инновационное развитие наращивания тарифов в энерго-сырьевом секторе и другие. Среди основных причин неудачной реализации Концепции и Стратегии 2020 некоторые авторы отмечают слабую проработку вопросов, связанных с коррупцией и реформами, подготовку её экспертами, а не чиновниками, что привело к расхождению позиций, несвоевременность пенсионной реформы и др. [11]. Отметим, что если нет единства между экспертами и Правительством по серьезным направлениям развития экономики страны, то по другим вопросам такого единства, возможно, вообще не добиться. Для того чтобы выбраться на «инновационные рельсы» с пути инерционно-сырьевого развития, необходимо провести масштабные и кардинальные реформы, к осуществлению которых должны быть привлечены, а самое главное в них заинтересованны, ведущие ученые, эксперты и чиновники Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1 О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р (ред. от 28.09.2018). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/

2 Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/

3 Средняя продолжительность жизни в России превысила 73 года // Известия. URL: https://iz.ru/858690/2019–03–20/sredniaia-prodolzhitelnost-zhizni-v-rossii-prevysila-73-goda

4 Башмаков И.А. Что происходит с энергоемкостью ВВП России // Экологический вестник России. 2018. № 7. С. 19–29. URL: http://www.cenef.ru/file/Bashmakov_28.pdf.

5 О Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70006124/#72.

6 Манджеков В.А., Окорокова О.А. Стратегия 2020 // Международный научный журнал «Инновационное развитие». 2017. № 12 (17). С. 125–128.

7 Глазьев С.Ю. О стратегии и концепции социально-экономического развития до 2020 года // Экономика региона. 2008. № 3. С. 14–26.

8 Целевые индикаторы реализации Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года. Федеральная служба государственной статистки (Росстат). URL: www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/ind_2020/pril1.xls.

9 Экспорт высокотехнологичных товаров (в текущих ценах). Всемирный банк (The World Bank). URL: https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.CD?end=2017&locations=RU-OE&start=1996&view=chart&year_high_desc=true.

10 Гохберг Л.М., Дитковский К.А., Дьяченко Е.Л. и др. Индикаторы науки: 2019: статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 328 с. URL: https://www.hse.ru/data/2019/05/07/1502498137/in2019.pdf

11 Кто создаст новую стратегию развития России? Вести Экономика от 6 июля 2015. URL: https://www.vestifinance.ru/articles/60343.

12 Buratti C., Moretti E., Belloni E., Agosti F. Development of innovative aerogel based plasters: preliminary thermal and acoustic performance evaluation // Sustainability. 2014. V. 6. № 9. P. 5839–5852.

13 Illner A.K., Freisling H., Boeing H., Huybrechts I. et al. Review and evaluation of innovative technologies for measuring diet in nutritional epidemiology // International journal of epidemiology. 2012. V. 41. № 4. P. 1187–1203.

14 Podaralla S., Alt C., Shankar G.N. Formulation development and evaluation of innovative two-polymer (SR-2P) bioadhesive vaginal gel //Aaps Pharmscitech. 2014. V. 15. № 4. P. 928–938.

15 Zhao Q., Gao B., Ma L., Lian J. et al. Innovative intragastric ascaridole floating tablets: Development, optimization, and in vitro–in vivo evaluation // International journal of pharmaceutics. 2015. V. 496. № 2. P. 432–439.

16 Stroeva O., Lyapina I.R., Konobeeva E.E., Konobeeva O.E. Effectiveness of Management of Innovative Activities in Regional Socio-Economic Systems // European Research Studies. 2015. V. 18. № 3. P. 63.

17 Шамина О.В. Статистическая оценка информатизации экономики Нижегородской области // Вестник НГИЭИ. 2017. № 4 (71). С. 93-100.

REFERENCES

1 On the Concept of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2020: Order of the Government of the Russian Federation of November 17, 2008 No. 1662 r (edition of September 28, 2018). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/ (in Russian).

2 Federal state statistics service. Available at: http://www.gks.ru/ (in Russian).

3 The average life expectancy in Russia exceeded 73 years. News. Available at: https://iz.ru/858690/2019–03–20/sredniaia-prodolzhitelnost-zhizni-v-rossii-prevysila-73-goda (in Russian).

4 Bashmakov I.A. What is happening with the energy intensity of Russia's GDP. Ecological Bulletin of Russia. 2018. no. 7. pp. 19–29. Available at: http://www.cenef.ru/file/Bashmakov_28.pdf (in Russian).

5 On the Strategy for Innovative Development of the Russian Federation for the period until 2020: Order of the Government of the Russian Federation of December 8, 2011 No. 2227 p. Available at: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70006124/#72 (in Russian).

6 Mandzhekov V.A., Okorokova O.A. Strategy 2020. International Scientific Journal "Innovative Development". 2017. no. 12 (17). pp. 125–128. (in Russian).

7 Glazyev S.Yu. On the strategy and concept of socio-economic development until 2020. Economy of the region. 2008. no. 3. pp. 14–26. (in Russian).

8 Target indicators of implementation Of the strategy of innovative development of the Russian Federation for the period up to 2020. Federal state statistics service (Rosstat). Available at: www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/ind_2020/pril1.xls (in Russian).

9 Export of high-tech goods (in current prices). The World Bank. Available at: https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.CD? end=2017&locations=RU-OE&start=1996&view=chart&year_high_desc=true (in Russian).

10 Gokhberg L.M., Ditkovsky K.A., Dyachenko E.L. et al. Science indicators: 2019: statistical compilation. Moscow, HSE, 2019. 328 p. Available at: https://www.hse.ru/data/2019/05/07/1502498137/in2019.pdf (in Russian).

11 Who will create a new strategy for the development of Russia? Conduct Economy from July 6, 2015. Available at: https://www.vestifinance.ru/articles/60343 (in Russian).

12 Buratti C., Moretti E., Belloni E., Agosti F. Development of innovative aerogel based plasters: preliminary thermal and acoustic performance evaluation. Sustainability. 2014. vol. 6. no. 9. pp. 5839–5852.

13 Illner A.K., Freisling H., Boeing H., Huybrechts I. et al. Review and evaluation of innovative technologies for measuring diet in nutritional epidemiology. International journal of epidemiology. 2012. vol. 41. no. 4. pp. 1187–1203.

14 Podaralla S., Alt C., Shankar G.N. Formulation development and evaluation of innovative two-polymer (SR 2P) bioadhesive vaginal gel. Aaps Pharmscitech. 2014. vol. 15. no. 4. pp. 928–938.

15 Zhao Q., Gao B., Ma L., Lian J. et al. Innovative intragastric ascaridole floating tablets: Development, optimization, and in vitro–in vivo evaluation. International journal of pharmaceutics. 2015. vol. 496. no. 2. pp. 432–439.

16 Stroeva O., Lyapina I.R., Konobeeva E.E., Konobeeva O.E. Effectiveness of Management of Innovative Activities in Regional Socio-Economic Systems. European Research Studies. 2015. vol. 18. no. 3. pp. 63.

17 Shamina O.V. Statistical evaluation of informatization of the economy of the Nizhny Novgorod region. Bulletin NGIEI. 2017. no. 4 (71). pp. 93–100. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий В. Журавлев д.э.н., профессор, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, e-mail@m.ru

Ирина В. Куксова д.э.н., профессор, кафедра туризма и гостиничного дела, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, iris1982@yandex.ru

Евгений А. Губертов к.э.н., доцент, АНОО ВО «Воронежский экономико-правовой институт», ул. Ленина, д. 59, г. Старый Оскол, 309514, Россия, st-uran@yandex.ru

Леонид И. Чуриков д.э.н., профессор, ведущий научный сотрудник, АО «Концерн «Созвездие», ул. Плехановская, 14, г. Воронеж, 394018, Россия, ebfm254@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.03.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuriy V. Zhuravlev Dr. Sci. (Econ.), professor, management, organization of production and industrial economics department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, e-mail@m.ru

Irina V. Kuksova Dr. Sci. (Econ.), professor, tourism and hospitality department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, iris1982@yandex.ru

Evgeniy A. Gubertov Cand. Sci. (Econ.), associate professor, ANOO VO "Voronezh Institute of Economics and Law", st. Lenin st., 59, Stary Oskol, 309514, Russia, st-uran@yandex.ru

Leonid I. Churikov Dr Sci. (Econ.), professor, leading researcher, JSC "Concern "Constellation ", Plekhanovskaya str., 14, Voronezh, 394018, Russia, ebfm254@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.2.2019

ACCEPTED 5.17.2019

Краткое сообщение/ Short message

УДК 336.2

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-383-386

Влияние налогового планирования на уровень экономической безопасности компании

Виталий Ю. Падалкин [1] padalkin@sozvezdie.su
Александр И. Хорев [2] al.khorev@gmail.com
Алексей М. Прыгунков [1] prygunkov@sozvezdie.su
Леонид И. Чуриков [1] ebfm254@yandex.ru

[1] АО Концерн Созвездие, Плехановская улица, 14, г. Воронеж, 394000, Россия
[2] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Рассматриваются отдельные аспекты управления стоимостью бизнеса. Важное внимание уделено управлению налоговой нагрузкой и ее влиянию на уровень экономической безопасности. Налогообложение представляет собой совокупность экономических (финансовых) и организационно-правовых отношений, отражающую принудительное, безвозвратное и безвозмездное изымание части доходов юридических и физических лиц в бюджет государства и местных органов власти. Расходами компании признается уменьшение экономических выгод в результате выбытия активов (денежных средств, иного имущества) и (или) возникновения обязательств, приводящее к уменьшению капитала этой компании, за исключением уменьшения вкладов по решению участников (собственников имущества), в связи с чем для экономического субъекта налоги представляют собой значительную часть в структуре всех его расходов. Грамотное налоговое планирование с использованием легальных методов налоговой оптимизации способствует успешному ведению бизнеса в условиях современного рынка. На примере крупного хозяйственного объединения проведен анализ показателей налоговой нагрузки по основным налогам в динамике за ряд лет и делаются выводы об эффективности налогового планирования.

Ключевые слова: налоговая нагрузка, экономическая безопасность, расходы организации, налоги, экономический субъект, экономические показатели, налоговая оптимизация

The impact of tax planning on the level of economic security of the company

Vitalii Yu. Padalkin [1] padalkin@sozvezdie.su
Aleksandr I. Khorev [2] al.khorev@gmail.com
Aleksei M. Prygunkov [1] prygunkov@sozvezdie.su
Leonid I. Churikov [1] ebfm254@yandex.ru

[1] JSC Sozvezdie, Plekhanovskaya Str., Voronezh, 394000, Russia
[2] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Some aspects of business value management are considered. Important attention is paid to the management of the tax burden and its impact on the level of economic security. Taxation is a combination of economic (financial) and legal relations, reflecting the compulsory, irrevocable and gratuitous withdrawal of part of the income of legal entities and individuals to the state budget and local authorities. A company's expenses are recognized as a reduction in economic benefits resulting from the disposal of assets (cash, other property) and (or) the occurrence of obligations, which leads to a decrease in the capital of this company, with the exception of a decrease in deposits by decision of the participants (property owners), and therefore for an economic entity taxes represent a significant part in the structure of all its expenses. Competent tax planning using legal methods of tax optimization contributes to the successful conduct of business in a modern market. On the example of a large business association, the analysis of indicators of the tax burden on basic taxes in dynamics over a number of years is carried out and conclusions are made about the effectiveness of tax planning.

Keywords: tax burden, company spending, taxes, economic party, economic indicators, tax optimization

Введение

В системе управления стоимостного бизнеса особое место занимает функция управления налоговой нагрузкой и уровень экономической безопасности. Налоги представляют собой определённую часть валового внутреннего продукта, изымаемого государством с юридических и физических лиц в определённом установленном размере и в сроки для реализации общественных интересов. Для экономического субъекта это один из самых значительных видов расходов, в связи с чем недостатки в налоговом планировании могут привести к потерям компании в виде санкций за нарушение налогового законодательства. Чрезмерная налоговая нагрузка отрицательно сказывается на рентабельности продаж и рентабельности активов и в конечном итоге на финансовом результате деятельности компании, что снижает её инвестиционный потенциал.

Структуру налоговых платежей в разрезе основных налогов согласно ст. 13 и 14 Налогового кодекса РФ можно представить в следующем виде:

Для цитирования
Падалкин В.Ю., Хорев А.И., Прыгунков А.М., Чуриков Л.И. Влияние налогового планирования на уровень экономической безопасности компании //Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 383–386. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-383-386

For citation
Padalkin V.Yu., Khorev A.I., Prygunkov A.M., Churikov L.I. The impact of tax planning on the level of economic security of the company. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 383–386. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-383-386

- налог на прибыль;
- налог на добавленную стоимость;
- страховые взносы;
- налог на имущество;
- другие налоги.

Обсуждение

Для анализа налоговой нагрузки АО «Концерн Созвездие» использованы следующие экономические показатели (таблица 1).

Таблица 1.

Система экономических показателей анализа налоговой нагрузки АО «Концерн «Созвездие» за 2015–2017 гг.

Table 1.

System of economic indicators of analysis of tax burden of JSC "Concern "Constellation" for 2015-2017

Показатель Indicator	Обозначение Notation	Год | Year		
		2017	2016	2015
Прибыль до налогообложения, тыс. р. Profit before tax, thousand rubles	EBR	822 765	1 987 772	2 105 500
Налог на прибыль текущий, тыс. р. Current income tax, thousand rubles.	N_F	175 921	198 418	603 163
Налог на прибыль условный, тыс. р. Income tax conditional, thousand rubles.	N_C	164 553	397 554	421 100
Суммарные налоговые платежи в бюджет и страховые взносы, тыс. р. | Total tax payments to the budget and insurance premiums, thousand rubles.	∑N	2 652 204	2 036 826	2 335 758
Выручка, тыс. руб. | Revenue, thousand rubles	TR	24 158 409	17 770 981	21 910 638
Доходы от прочей деятельности, тыс. р. Income from other activities, thousand rubles	OR	2 007 443	3 057 651	3 415 713
Чистая прибыль, тыс. руб. | Net profit, thousand rubles	NP	458 083	1 546 762	1 483 974
Вычеты по налогу на добавленную стоимость, тыс. р. Value added tax deductions, thousand rubles	D_{VAT}	5 557 836	4 504 567	4 982 312
Налог на добавленную стоимость, исчисленный с оборота, тыс. р. Value added tax calculated from turnover, thousand rubles	VAT	6 284 567	4 800 189	6 111 627
Расходы на страховые взносы, тыс. р. Expenses on insurance premiums, thousand rubles.	NC	1 201 702	1 118 366	988 137
Расходы на оплату труда, тыс. р. | Labor costs, thousand rubles.	ZC	4 436 709	4 037 029	3 636 947
Среднегодовая стоимость основных средств, тыс. р. Average annual cost of fixed assets, thousand rubles	MA	4 697 304	2 441 939	1 900 367
Среднегодовая стоимость основных средств НУ, тыс. р. Average annual cost of fixed assets AT, thousand rubles	-	2 519 029	1 110 893	969 185

Сначала оценим соотношение условного и текущего налога на прибыль. Отклонение текущего налога от условного рассчитываем по формуле

$$\Delta N = \frac{N_F - N_C}{N_C},$$

где N_F, N_C – налог на прибыль текущий и условный соответственно.

За 2015 г. положительное значение показателя свидетельствует о том, что сумма постоянных налоговых обязательств и изменений в отложенных налоговых активах превышает сумму постоянных налоговых активов и изменений в отложенных налоговых обязательствах, что невыгодно компании.

В 2016 г. складывается противоположенный результат и показатель принимает отрицательное значение, а в 2017 г. превышение составляет всего 6,91%. Таким образом, за отчётный, предыдущий и предшествующий предыдущему периоды текущий налог на прибыль составил 977 502 тыс. р., а условный 983 207 тыс. р., что практически совпадает. Указанное свидетельствует о высоком уровне налогового планирования, а отклонение по периодам возникает только за счёт различий в признании доходов и расходов в бухгалтерском и налоговом учёте.

Следующим важным показателем является показатель налоговой нагрузки. Налоговая нагрузка оценивается сравнением соотношений между налоговыми платежами и финансовыми результатами. Для оценки совокупной (интегральной) налоговой нагрузки используется формула

$$NS_R = \frac{\sum \mathrm{N}}{\mathrm{TR} + \mathrm{OR}},$$

где $\sum N$ – суммарные платежи в бюджет и страховые взносы; *TR* – выручка; *OR* – доход от прочей деятельности.

Так, совокупная (интегральная) налоговая нагрузка по годам составила: 2015 г. –

9,22%, 2016 г. – 9,78%, 2017 г. – 10,14%. Налоговая нагрузка на выручку рассчитывается по формуле

$$NS_{TR} = \frac{\sum N}{TR}$$

и составляет 2015 г. – 10,66%, 2016 г. – 11,46%, 2017 г. – 10,98%.

Налоговая нагрузка на чистую добавленную стоимость определяется по формуле

$$H_{gc} = \frac{\sum N}{TR - MC - A - OC},$$

где *MC* – материальные расходы; *A* – амортизация; *OC* – прочие расходы.

По годам она составит: 2015 г. – 30,23%; 2016 г. – 29,03%; 2017 г. – 35,12%.

Налоговая нагрузка на расчетную прибыль показывает процент изъятия государством полученной организацией прибыли в условиях её функционирования в безналоговой среде и рассчитывается по формуле

$$NS_p = \frac{\sum N}{NP + \sum N},$$

где *NP* – чистая прибыль.

По годам она составит: 2015 г. – 61,115%, 2016 г. – 56,84%, 2017 г. – 85,27%.

Для контроля над налогом на добавочную стоимость определяется относительная величина вычетов по НДС:

$$K_{VAT} = \frac{DVAT}{VAT},$$

где D_{VAT} – вычеты по НДС; *VAT* – НДС, исчисленный с оборота.

По годам она составила: 2015 г. – 0,82; 2016 г. – 0,94; 2017 г. – 0,88.

Для контроля страховых взносов используется расчётный показатель идеальной налоговой нагрузки на оплату труда:

$$NS_Z = \frac{NC + tp \cdot ZC}{ZC - tp \cdot ZC},$$

где *NC* – страховые взносы; *ZC* – расходы на оплату труда; t_p – ставка налога на доходы физических лиц.

По годам она составила: 2015 г. – 46,17; 2016 г. – 46,78; 2017 г. – 46,08.

Для контроля налога на имущество используются два показателя – отношение средней стоимости налогооблагаемых основных средств к средней стоимости основных средств и показатель фондоёмкости производства.

Первый показатель по годам имеет следующие значения: 2015 г. – 0,51; 2016 г. – 0,45; 2017 г. – 0,54.

Второй показатель рассчитывается по формуле

$$FE = \frac{MA}{TR},$$

где *FE* – фондоёмкость производства; *MA* – среднегодовая стоимость основных средств.

По годам фондоёмкость составить: 2015 г. – 0,09; 2016 г. – 0,14; 2017 г. – 0,19.

Заключение

Результаты расчётов относительных показателей налоговой нагрузки учитываются при разработке учётной политики для целей налогообложения. Если относительные налоговые платежи компании значительно ниже среднеотраслевой нагрузки, то это может быть основанием для налоговых проверок и напротив, если налоговая нагрузка значительно превышает средние значения, что это может быть признаком неэффективного применения способов ведения налогового учёта. Считается, что средняя налоговая нагрузка на выручку составляет 9%. Исходя из этого можно сделать вывод, что в концерне эффективно используются легальные меры налоговой оптимизации и поддерживается низкий уровень налогового риска, что положительно сказывается на состоянии экономической безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Налоговый кодекс РФ: часть первая, часть вторая. М.: Норматика, 2018. 976 с.

2 Брег С. Настольная книга финансового директора: пер. с англ., 6-е изд. М.: Альпина Паблишерз, 2009. 536 с.

3 Волков Д.Л. Теория ценностно-ориентированного менеджмента: финансовый и бухгалтерский аспекты: 2-е изд. СПб.: Высшая школа менеджмента: Изд. Дом СПб ГУ, 2008. 320 с.

4 Когденко В.Г., Мельник М.В. Управление стоимостью компании. Ценностно-ориентированный менеджмент: учебник. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. 447 с.

5 Падалкин В.Ю. Глобальная экономика: энциклопедия. М.: Финансы и статистика, 2011. 920 с.

6 Гиляровская Л.Т., Лысенко Д.В., Ендовицкий Д.А. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: учебник. М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2007. 360 с.

7 Ковалв В.В. Финансовый менеджмент: теория и практика; 2-е изд. перераб. и доп. М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2007. 1024 с.

8 Виниченко В.А. «Баланс взаимодействия» – об особенностях эффективности функционирования регионов России // Вестник НГИЭИ. 2017. № 11 (78). С. 101-110.

9 Mamychev A.Y., Sulimova E.A., Yakovenko N.V., Savvidi S.M. et al. Economic Security and Organizational Culture: Theoretical Approaches and Categorical Relationship // International Review of Management and Marketing. 2016. № 6 (S1). P. 153–158.

10 Zhitlukhina O.G., Rakutko S.Y., Berezhnova E.I., Selezneva E.Y. et al. Issues of Falsifying Financial Statements in Terms of Economic Security // International Journal of Environmental and Science Education. 2016. V. 11. № 17. P. 10163–10176.

11 Popkova E., Morozova I., Litvinova T., Khisamova A. et al. Provision of Economic Security by Creating Innovation Network of Transnational Cluster Initiatives // European Research Studies. 2015. V. 18. № 3. P. 197–210.

12 Primorac T., Kozina T., Turčić I. Economic security of enterprises // Poslovna izvrsnost. 2018. V. 12. № 2. P. 167–175.

13 Tvaronavičienė M., Masood O., Javaria K. Preconditions of the Eurozone economic security: how to overcome liquidity risk and cost inefficiency in leading banks of UK and Germany // Polish Journal of Management Studies. 2018. V. 18. № 1. P. 418–427. doi: 10.17512/pjms.2018.18.1.31

REFERENCES

1 Tax Code of the Russian Federation: part one, part two. Moscow, Normatika, 2018.976 p. (in Russian).

2 Breg S. Handbook of the CFO: 6th ed. Moscow, Alpina Publishers, 2009. 536 p. (in Russian).

3 Volkov D.L. Theory of Value-Based Management: Financial and Accounting Aspects: 2nd ed. St. Petersburg, Vysshaya shkola menedzhmenta, Publishing House Dom SPb SU, 2008. 320 p. (in Russian).

4 Kogdenko V.G., Melnik M.V. Managing company value. Value-based management: a textbook. Moscow, UNITY-DANA, 2012. 444 p. (in Russian).

5 Padalkin V.Yu. Global economy: encyclopedia. Moscow, Finansy i statistika, 2011. 920 p. (in Russian).

6 Gilyarovskaya L.T., Lysenko D.V., Endovitsky D.A. Comprehensive economic analysis of economic activity: a textbook. Moscow, TK Velbi, Publishing House Prospekt, 2007. 360 p. (in Russian).

7 Kovalev V.V. Financial management: theory and practice; 2nd ed. Moscow, TK Velbi, Publishing House Prospekt, 2007. 1024 p. (in Russian).

8 Vinichenko V.A. “The balance of interaction” – on the features of the effectiveness of the functioning of the regions of Russia. Bulletin NGIEI. 2017. no. 11 (78). pp. 101–110. (in Russian).

9 Mamychev A.Y., Sulimova E.A., Yakovenko N.V., Savvidi S.M. et al. Economic Security and Organizational Culture: Theoretical Approaches and Categorical Relationship. International Review of Management and Marketing. 2016. no. 6 (S1). pp. 153–158.

10 Zhitlukhina O.G., Rakutko S.Y., Berezhnova E.I., Selezneva E.Y. et al. Issues of Falsifying Financial Statements in Terms of Economic Security. International Journal of Environmental and Science Education. 2016. vol. 11. no. 17. pp. 10163–10176.

11 Popkova E., Morozova I., Litvinova T., Khisamova A. et al. Provision of Economic Security by Creating Innovation Network of Transnational Cluster Initiatives. European Research Studies. 2015. vol. 18. no. 3. pp. 197–210.

12 Primorac T., Kozina T., Turčić I. Economic security of enterprises. Poslovna izvrsnost. 2018. vol. 12. no. 2. pp. 167–175.

13 Tvaronavičienė M., Masood O., Javaria K. Preconditions of the Eurozone economic security: how to overcome liquidity risk and cost inefficiency in leading banks of UK and Germany. Polish Journal of Management Studies. 2018. vol. 18. no. 1. pp. 418–427. doi: 10.17512/pjms.2018.18.1.31

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Виталий Ю. Падалкин д.э.н., профессор, советник генерального директора, АО Концерн Созвездие, ул. Плехановская, 14, г. Воронеж, 394018, Россия, padalkin@sozvezdie.su

Александр И. Хорев д.э.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, al.khorev@gmail.com

Алексей М. Прыгунков к.э.н., заместитель главного бухгалтера, АО Концерн Созвездие, ул. Плехановская, 14, г. Воронеж, 394018, Россия, prygunkov@sozvezdie.su

Леонид И. Чуриков д.э.н., профессор, ведущий научный сотрудник, АО «Концерн «Созвездие», ул. Плехановская, 14, г. Воронеж, 394018, Россия, ebfm254@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vitalii Yu. Padalkin Dr. Sci. (Econ.), professor, director general adviser, JSC Sozvezdie, Plekhanovskaya str., 14, Voronezh, 394018, Russia, padalkin@sozvezdie.su

Aleksandr I. Khorev Dr. Sci. (Econ.), professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, al.khorev@gmail.com

Aleksei M. Prygunkov Cand. Sci. (Econ.), deputy chief accountant, JSC Sozvezdie, Plekhanovskaya str., 14, Voronezh, 394018, Russia, prygunkov@sozvezdie.su

Leonid I. Churikov Dr Sci. (Econ.), professor, leading researcher, JSC "Concern "Constellation", Plekhanovskaya str., 14, Voronezh, 394018, Russia, ebfm254@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 27.02.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.05.2019

RECEIVED 2.27.2019

ACCEPTED 5.15.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 338

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-387-392

Методический подход к проведению терминологического анализа ключевых понятий экономической безопасности

Юрий А. Саликов [1] saural@rambler.ru
Валентина С. Михайлюк [1] mihailuk.126192@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Вопрос определения понятий и разработки терминологии имеет основополагающее значение в любой науке. Определения и термины оказывают влияние на конечные результаты проводимых исследований. В настоящее время в научной литературе представлено большое количество разнообразных подходов к трактовке понятия «экономическая безопасность», при этом содержание каждого анализируемого термина отражает тот или иной подход автора. В условиях динамичного роста объективного интереса к требованиям и практическим аспектам и вопросам обеспечения экономической безопасности систематизация и разработка методологического аппарата обеспечения экономической безопасности, по мнению авторов, является приоритетной задачей научных исследований. Изложены результаты исследования по обоснованию методического подхода к проведению терминологического анализа ключевых понятий на примере сентенции «экономическая безопасность». Данный подход предлагает пятиступенчатую градацию терминологических конструкций и позволяет выделить ключевые факторы, наиболее полно и точно характеризующие понятие экономической безопасности, а также дать авторское определение, отвечающее критериям значимости. Методический подход обладает универсальностью и может быть использован для терминологического анализа научных категорий как в сфере экономической безопасности, так и в иных научных областях.

Ключевые слова: безопасность, экономическая безопасность, понятие экономической безопасности, терминологический анализ

Methodological approach to the terminological analysis of the key concepts of economic security

Yuri A. Salikov [1] saural@rambler.ru
Valentina S. Mikhailiuk [1] mihailuk.126192@yandex.ru

[1] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The issue of defining concepts and developing terminology is fundamental in any science. Definitions and terms influence the final results of research. Currently, a large number of diverse approaches to the interpretation of the concept of "economic security" are presented in the scientific literature, while the content of each analyzed term reflects one or another approach of the author. Given the dynamic growth of objective interest in the requirements and practical aspects and issues of ensuring economic security, the systematization and development of the methodological apparatus for ensuring economic security, according to the authors, is a priority of scientific research. The results of a study on the substantiation of a methodological approach to conducting a terminological analysis of key concepts on the example of the maxim "economic security" are presented. This approach offers a five-step gradation of terminological constructions and allows you to highlight the key factors that most fully and accurately characterize the concept of economic security, as well as give an author's definition that meets the criteria of significance. The methodological approach is universal and can be used for terminological analysis of scientific categories both in the field of economic security and in other scientific fields.

Keywords: security, economic security, concept of economic security, terminological analysis

Введение

Научные изыскания в области исследования экономической безопасности на макро- и микроуровнях указывают на специфику исследуемого явления, а также на ряд проблем, связанных с разработкой методического аппарата. Прежде всего, в методическом переосмыслении и научном обосновании нуждается понятийный аппарат, поскольку без уточнения сути и особенностей экономической безопасности невозможны разработка и дальнейшее совершенствование инструментов и методов ее обеспечения.

Особенности базовых предметных категорий, включая понятие «экономическая безопасность», наиболее полно могут быть отражены в определениях, поскольку они сформулированы высококомпетентными, квалифицированными специалистами, владеющими особенностями изучаемой категории и понимающими суть рассматриваемого явления. При этом подробный анализ изучаемых определений позволяет выявить и охарактеризовать свойства экономической безопасности, которые являются ключевыми относительно понимания сути, содержания и особенностей данной научной сентенции [6–12].

Понятие «экономическая безопасность», прежде чем получила широкое распространение в экономической области, появилось изначально в политической сфере, когда американский президент Теодор Рузвельт для обоснования

Для цитирования

Саликов Ю.А., Михайлюк В.С. Методический подход к проведению терминологического анализа ключевых понятий экономической безопасности // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 387–392. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-387-392

For citation

Salikov Yu.A., Mikhailiuk V.S. Methodological approach to the terminological analysis of the key concepts of economic security. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 387–392. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-387-392

необходимости присоединения к территории США зоны Панамского канала (1904) впервые ввел в политический оборот выражение «национальная безопасность». Впоследствии другой президент США Ф.Д. Рузвельт в послании к нации, получившем название «Новый курс» (New Deal), использовал термин «национальная экономическая безопасность». Более того, для реализации нового курса был создан специализированный правительственный орган – Комитет по экономической безопасности (Committee on Economic Security, CES), начавший свою работу в 1934 г. При этом понимание американской администрацией категории «экономическая безопасность» можно выразить определением, предложенным корпорацией RAND (Research and Development): «Способность защитить или укреплять экономические интересы США по отношению к событиям, процессам или действиям, которые могут угрожать этим интересам или препятствовать им… Эти угрозы или препятствия могут быть иностранного или внутреннего происхождения, умышленными или неумышленными последствиями деятельности человека или природы».

Обсуждение

Анализ исследований RAND в области экономической безопасности показывает, что основное внимание при изучении экономической безопасности уделяется внешним угрозам, способности США влиять на тенденции, складывающиеся на мировой экономической арене, а также способности обращать их в свою пользу. Такая концепция предполагает использование любых рычагов воздействия (например, экономических, политических, информационных, психологических, военных и др.) для установления господства США, что, в свою очередь, предполагает обладание соответствующей ресурсной базой. Однако, используя только внешнеторговые механизмы, получить доступ ко всем необходимым ресурсам невозможно. Как следствие, доминирующее положение США выступает как основное направление и содержание концепции национальной экономической безопасности.

Альтернативного взгляда на обеспечение экономической безопасности придерживается правительство Японии, что обусловлено ограниченностью ресурсов и зависимостью от импорта необходимого топлива и сырья. Переход от военно-политической трактовки безопасности к более расширенному её пониманию произошёл в Японии в 70-х гг. прошлого столетия и был обусловлен несколькими факторами:

- ослабление экономического превосходства США как на мировом уровне, так и в отдельных регионах (особенно в Азиатско-Тихоокеанском регионе);
- высокий уровень развития экономики Японии (на тот момент вторая экономика в мире).

В 1982 г. в своем докладе Министерство внешней торговли и промышленности Японии дало определение понятию «экономическая безопасность» – это состояние экономики, при котором она защищена экономическими средствами от серьезных угроз ее безопасности, возникающих под воздействием международных факторов. В докладе такими факторами объявлялись обеспеченность минеральными и энергетическими ресурсами, продуктами питания, а также безопасность морского транспорта. Следует отметить, что аналогичные взгляды на концепцию экономической безопасности сформировались и в других странах, например, в Южной Корее, на Тайване, а также в большинстве стран Европы с поправкой на общеевропейские ценности.

Своеобразна позиция Китая в данном вопросе. При определении национальной экономической безопасности в КНР, так же как и в других странах, уделяют внимание стабильным поставкам необходимых ресурсов, конкурентоспособности товаров собственного производства, а также защите от мировой экономической нестабильности. Однако главная особенность китайского подхода состоит в обеспечении экономического суверенитета и ограничении влияния иностранного капитала, в особенности западных транснациональных компаний. Это возможно за счет выстраивания в ряде отраслей протекционистских и полупротекционистских барьеров.

Большинство китайских экономистов разделяют позицию власти. Так, Цзян Юн (Jiang Yong), известный специалист в области экономической безопасности, считает, что в основе безопасности экономики лежат конкурентоспособность и независимый экономический суверенитет (competitiveness and independent economic sovereignty), помимо этого он указывает на необходимость укрепления финансовой безопасности как основного элемента национальной экономической безопасности.

В международных документах термин «экономическая безопасность» официально был закреплен в 17 декабря 1985 г. в резолюции «Международная экономическая безопасность» (документ ООН A/RES/40/173), принятой на 40-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН.

Анализ данных документов показывает, что подходы ООН ориентированы на изучение международных аспектов экономической безопасности. Особое внимание уделяется тесной связи международной экономической безопасности с другими видами безопасности. По мнению ООН, международная экономическая безопасность – сложная концептуальная конструкция, включающая в себя множество аспектов, в связи с этим ее понятийная идентификация значительно затруднена. Поэтому изучение данной категории требует комплексного подхода, учитывающего все глобальные тенденции современности.

Революция в понимании экономической безопасности экспертами ООН произошла в 1994 г.: в ежегодном докладе «Отчет по человеческому развитию», подготовленном в рамках Программы развития ООН, вопросы экономической безопасности играли ключевую роль. Акцент в понимании экономической безопасности сместился из области безопасности стран, территорий и альянсов в сторону универсальной и всеобъемлющей концепции безопасности человека, которая как раз и выступила фундаментом «международного экономического порядка», о котором говорилось в резолюции «Международная экономическая безопасность» 1985 г.

Анализ отечественной законодательной и научной литературы показывает, что в вопросах определения понятия «экономическая безопасность» до сих пор не сформировалось единого мнения. Для определения наиболее существенных характеристик и особенностей, присущих данному понятию в его современном понимании, нами был предложен соответствующий методический подход и в соответствии с ним проведено терминологическое исследование, основанное на выявлении и анализе определений «экономическая безопасность», имеющихся в различных библиографических источниках. Прототипом этого методического подхода является концепция, разработанная проф. Саликовым Ю.А. применительно к понятию «менеджмент» («управление») [5].

Методология выполненного исследования (как учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности) базировалась на предположении, что предшествующие научные знания являются логической базовой основой и методом дальнейших исследований с целью получения последующих знаний. Это полностью соответствовало главной цели (функции) логики, согласно которой одни научные положения должны выводиться из других. Известно, что с научной точки зрения логика изучает способы достижения истины в процессе познания опосредованным путем из знаний, полученных ранее (а не из приобретаемого опыта). При этом логика исследования предполагала расширение границ познавательной деятельности и получение углубленного знания о предмете исследования с помощью законов логики и приемов логического мышления.

Таким образом, в качестве методологической и логической основы данного терминологического исследования была принята авторская позиция, предполагающая, что особенности исследуемого объекта (т. е. понятия «экономическая безопасность») наиболее полно и объективно могут быть раскрыты через подробный анализ его различных определений, так как эти определения формулируются высококвалифицированными специалистами.

Предложенная методика терминологического анализа ключевых понятий экономической безопасности включает в себя 6 основных этапов (рисунок 1). На 1-м этапе исследования было выявлено и изучено около 40 определений понятия «экономическая безопасность предприятия», представленных зарубежными и отечественными учёными в различных научных, учебных и периодических изданиях.

По результатам анализа трудов российских ученых в части определения «экономическая безопасность» нами был разделён массив выявленных определений на следующие основные группы:

- определения, трактующие экономическую безопасность как обеспечение защищенности всех элементов системы;
- определения, идентифицирующие экономическую безопасность с благоприятным состоянием экономики в целом;
- определения, характеризующие экономическую безопасность как устойчивость;
- определения, отождествляющие экономическую безопасность с состоянием, формирующимся под воздействием внешней среды.

Второй этап терминологического исследования предполагал отсев идентичных трактовок. Из оставшейся совокупности определений экономической безопасности предприятия были выделены и проанализированы ключевые факторы, которые отражают наиболее характерные и значимые особенности экономической безопасности как объекта изучения (этап 3). Под факторами в данном случае авторами понимались категории (базовые выражения), используемые специалистами при формулировании анализируемых определений.

Как показали результаты выполненной работы, практически всем определениям «экономическая безопасность» характерна многоступенчатая структура (рисунок 2). В отличие

от исходной методической концепции, где анализируемое определение сегментировалось по 4 логическим составляющим (определяющий, развивающий, уточняющий и дополняющий признаки), в случае с определением «экономическая безопасность» авторы пришли к выводу о необходимости ввести дополнительный 5-й конструктивный элемент конкретизирующий признак, поскольку изучаемые определения в подавляющем большинстве случаев отличались сложной разветвлённой конструкцией, содержащей большое количество характеризующих понятий (факторов).

Очевидно, что все выделенные 5 признаков нельзя считать равнозначными, поэтому для определения значимости (рейтинга) каждого выявляемого фактора была использована балльная система оценок с присвоением следующих весовых коэффициентов (этап 5): определяющий признак – весовой коэффициент 0,4; развивающий признак – весовой коэффициент 0,25; уточняющий признак – весовой коэффициент 0,2; конкретизирующий признак – весовой коэффициент 0,1 и дополняющий признак – весовой коэффициент 0,05.

После подсчета итоговых значений (этап 6) по каждому из факторов, выявленных в процессе изучения определений, полученные результаты были сгруппированы и распределены по уровню значимости. Фрагмент анализа представлен в таблице. По итогам оценки факторов с учётом значимости всех выявленных факторов была выделена группа приоритетных факторов, раскрывающих, по обобщённому мнению специалистов, определения которых были использованы при терминологическом анализе, наиболее полно и содержательно смысл выражения «экономическая безопасность».

Данная группа факторов с учётом их рейтинговой оценки была взята авторами при формулировании следующего определения, обобщающего и агрегирующего предшествующий опыт специалистов, мнения которых были приняты во внимание при настоящем исследовании: «Экономическая безопасность – это состояние экономической системы государства, при котором обеспечивается защита от эндогенных и экзогенных угроз, рисков и опасностей, а также дальнейшее прогрессивное развитие социально-экономических систем общества».

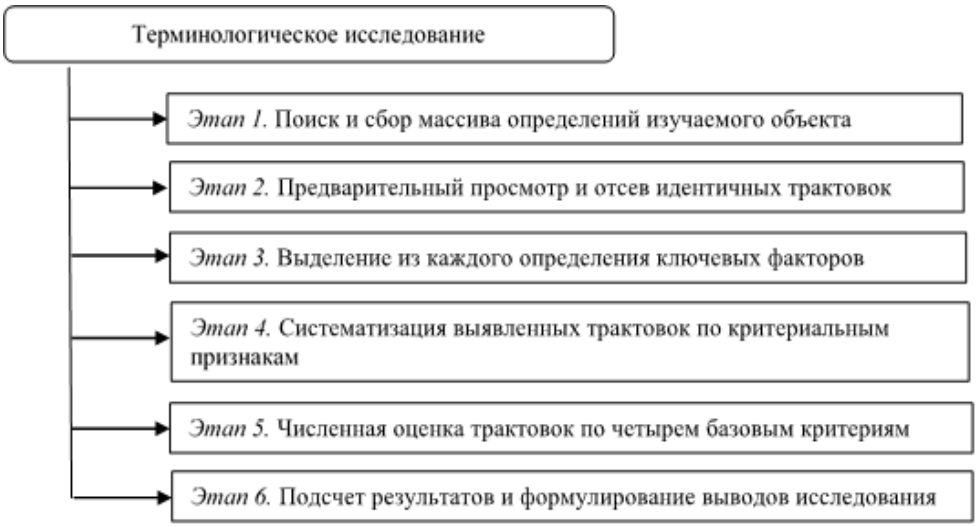


Рисунок 1. Этапы методики терминологического исследования

Figure 1. Stages of the methodology of terminological research

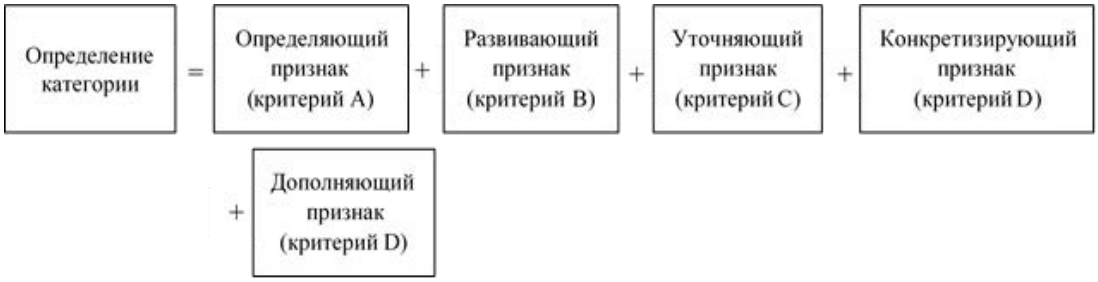


Рисунок 2. Структура изучаемого определения

Figure 2. The structure of the studied definition

Таблица 1.

Оценка ключевых факторов анализируемых определений (фрагмент)

Table 1.

Assessment of the key factors of the analyzed definitions

Факторы анализа Factors of analysis	Критерии | Criteria					Общий рейтинг Overall rating
	A	B	C	D	E	
Фактор состояния | Factor in the attitude	26	0	5	0	0	11,4
Фактор защищенности | Security factor	19	7	0	5	0	9,85
Экономический фактор | Economic factor	1	11	1	7	6	4,35
Социальный фактор | Social factor	0	5	2	6	4	2,45
Фактор характеристики | Feature factor	5	0	2	0	0	2,4
Фактор способности | Ability factor	5	0	2	0	0	2,4
Фактор воздействия внешней среды (риски, угрозы, опасности) The impact of the external environment (risks, threats, dangers)	0	0	5	8	11	2,35
Фактор системы | System factor	4	1	0	0	2	1,95
Фактор обеспечения | Provision factor	1	0	6	0	0	1,6
Фактор устойчивости | Sustainability factor	2	0	1	3	0	1,3
Фактор развития | Factor of development	0	0	3	4	3	1,15
Фактор воздействия (по объектам экономической безопасности) Impact factor (on objects of economic security)	0	1	2	3	0	0,95
Фактор эффективности | Efficiency factor	0	3	1	0	0	0,95
Фактор потенциала | Capacity factor	0	2	0	1	1	0,65
Фактор ресурсов | Resource factor	0	0	2	2	0	0,6
Фактор интереса | Interest factor	0	0	2	2	0	0,6

Заключение

Результаты выполненного терминологического исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Проблема изучения содержания и особенностей экономической безопасности является актуальной для отечественных и отчасти зарубежных специалистов. Она постоянно присутствует в многочисленных изданиях и имеет достаточно широкое множество различных авторских версий, что говорит как о её сложности, так и её востребованности.

2. Некоторые авторы уходят от традиционной попытки сформулировать лаконичное определение и рассматривают содержание экономической безопасности расширенно и обобщённо.

3. Для целей терминологического анализа из разнообразных библиографических источников использовано более около 40 определений (после отсева полностью повторяющихся или же имеющих незначительные отличия косметического характера, не затрагивающие сути формулировок).

4. В ходе исследования установлено, что каждое из предлагаемых определений может быть выражено через совокупность признаков, которые одновременно могут служить в качестве критериев оценки значимости содержащихся в определениях тех или иных факторов. К числу таких признаков отнесены: определяющий, развивающий, уточняющий, конкретизирующий и дополняющий.

5. По результатам выявления частных признаков выявлено более 20 базовых факторов, каждый из которых обобщает группу признаков с близкими или идентичными характеристиками. Численная оценка (по разработанной балльной системе) применительно к каждому из принятых факторов отдельно, а также по суммарному и среднему значениям позволила выявить факторы с наиболее высоким рейтингом.

6. По итогам терминологического анализа в качестве универсального (обобщающего) определения, максимально точно отражающего всю палитру имеющихся на сегодняшний день определений различных авторов и соответствующего их мнениям, сформулирована обобщающая терминологическая модель понятия «экономическая безопасность» (как состояние экономической системы государства, при котором обеспечивается защита от эндогенных и экзогенных угроз, рисков и опасностей, а также дальнейшее прогрессивное развитие социально-экономических систем общества).

7. Результаты изучения разнообразных трактовок категории «экономическая безопасность» позволяют выявить различные стороны его функционирования и проявления и наряду с этим однозначно указывают на то, что сфера экономической безопасности имеет системный динамически развивающийся характер. При этом, как показал библиографический анализ, существует множество разнообразных формулировок понятия и соответственно трактовок его сущности. Данный факт, на наш взгляд, свидетельствует о том, что экономическая безопасность как самостоятельное научное направление находится в стадии формирования и начального развития, в связи с чем остро нуждается в дальнейших научных изысканиях, в том числе в области терминологии.

8. Предложенный методический подход позволяет выявить необходимые отличия и существенные особенности анализируемого объекта, полностью отвечает целям и задачам терминологического исследования, обладает универсальностью и может быть рекомендован для анализа других важных категорий в различных научных сферах.

ЛИТЕРАТУРА

1 Государственная экономическая политика США: современные тенденции. Институт США и Канады. М.: Наука, 2010. С. 127.

2 Согрин В.А. Новый курс Ф.Д. Рузвельта: единство слова и дела // Общественные науки и современность. 1991. № 3. С. 146–156.

3 Буров В.Ю., Кислощаев П.А. Теоретичесские проблемы исследования категории «экономическая безопасность» // Вестник-экономист ЗабГУ. 2011. № 2.

4 Казанцев С.В. Защищённость экономики регионов России. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2014. 180 с.

5 Саликов Ю.А. Системно-функциональные факторы развития современного менеджмента и его инструментария: монография. Воронеж: Научная книга, 2008. 324 с.

6 Хмелев С.А., Суглобов А.Е. Экономическая безопаснсоть предприятия // Аудит и финансовый анализ. 2016. № 6.

7 Хорев А.И., Саликов Ю.А. Опыт формирования стратегии регионального развития с учетом приоритетных факторов экономической безопасности (на примере Воронежской области) // Экономическая безопасность России: проблемы и перспективы: материалы VI Международной научно-практической конференции. Нижний Новгород, 2018. С. 257–261.

8 Farahani H., Bayazidi S. Modeling the assessment of socio-economical and environmental impacts of sand mining on local communities: A case study of Villages Tatao River Bank in North-western part of Iran // Resources Policy. 2018. V. 55. P. 87–95.

9 Kırlar B.B., Ergün S., Gök S.Z.A., Weber G.W. A game-theoretical and cryptographical approach to crypto-cloud computing and its economical and financial aspects // Annals of Operations Research. 2018. V. 260. № 1-2. P. 217–231.

10 McCluskey A., Adekunle A. Constructing an Innovative, Economical, and Secure Wireless Mesh Network: Comparing OSPF and RIP // Third International Congress on Information and Communication Technology. Singapore: Springer, 2019. P. 855–864.

11 Cruciani F., Perilli R., Piccioni M. Blindness and social security in Italy: critical issues and proposals // Recenti progressi in medicina. 2018. V. 109. № 7. P. 371–373.

12 Thomson W. On the terminology of economic design: a critical assessment and some proposals // Review of Economic Design. 2018. V. 22. № 1–2. P. 67–99.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий А. Саликов д.э.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, saural@rambler.ru

Валентина С. Михайлюк аспирант, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mihailuk.126192@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 04.04.2019
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.05.2019

REFERENCES

1 US State Economic Policy: Current Trends. Institute of the USA and Canada. Moscow, Nauka, 2010. 127 p. (in Russian).

2 Sogrin V.A. New course F.D. Roosevelt: the unity of word and deed. Social Sciences and the Present. 1991. no. 3. pp. 146–156. (in Russian).

3 Burov V.Yu., Kisloshchaev P.A. Theoretical problems of research of the category “economic security”. Bulletin-economist of ZabSU. 2011. no. 2. (in Russian).

4 Kazantsev S.V. Security of the economy of the regions of Russia. Novosibirsk, IEOPP SB RAS, 2014. 180 p. (in Russian).

5 Salikov Yu. A. System-functional factors in the development of modern management and its tools: a monograph. Voronezh, Nauchnaya kniga, 2008. 324 p. (in Russian).

6 Khmelev S.A., Suglobov A.E. Economic security of the enterprise. Audit and financial analysis. 2016. no. 6. (in Russian).

7 Horev A.I., Salikov Yu.A. The experience of forming a regional development strategy taking into account priority factors of economic security (for example, the Voronezh region). Economic security of Russia: problems and prospects: proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. Nizhny Novgorod, 2018. pp. 257–261. (in Russian).

8 Farahani H., Bayazidi S. Modeling the assessment of socio-economical and environmental impacts of sand mining on local communities: A case study of Villages Tatao River Bank in North-western part of Iran. Resources Policy. 2018. vol. 55. pp. 87–95.

9 Kırlar B.B., Ergün S., Gök S.Z.A., Weber G.W. A game-theoretical and cryptographical approach to crypto-cloud computing and its economical and financial aspects. Annals of Operations Research. 2018. vol. 260. no. 1-2. pp. 217–231.

10 McCluskey A., Adekunle A. Constructing an Innovative, Economical, and Secure Wireless Mesh Network: Comparing OSPF and RIP. Third International Congress on Information and Communication Technology. Singapore: Springer, 2019. pp. 855–864.

11 Cruciani F., Perilli R., Piccioni M. Blindness and social security in Italy: critical issues and proposals. Recenti progressi in medicina. 2018. vol. 109. no 7. pp. 371–373.

12 Thomson W. On the terminology of economic design: a critical assessment and some proposals. Review of Economic Design. 2018. vol. 22. no. 1–2. pp. 67–99.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuri A. Salikov Dr. Sci. (Econ.), professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, saural@rambler.ru

Valentina S. Mikhailiuk graduate student, economic security and financial monitoring department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mihailuk.126192@yandex.ru

CONTRIBUTION

Authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.4.2019
ACCEPTED 5.14.2019

Оригинальная статья/Original article

УДК 658.336

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-393-399

Тенденции изменений в управлении человеческими ресурсами предприятия в условиях цифровой экономики

Юрий А. Саликов [1] saural@rambler.ru
Ирина В. Логунова [2] logunova_012@mail.ru
Ирина В. Каблашова [2] kablashowa@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т 14, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Цифровая экономика – это новые условия деятельности предприятий, основу которых составляют цифровые технологии и цифровые платформы. В условиях цифровой экономики формируется ряд новых требований, которые связаны не только с трансформацией управления в целом, отдельных бизнес-процессов, но и с новой ролью человека, его компетенциями и их реализацией и развитием на основе цифровых технологий. Факторы цифровой трансформации влияют на изменение системы управления предприятием, определяя новые условия внешней среды и новые формы внутреннего взаимодействия. Ведущей из известных концепций менеджмента становится управление изменениями, т. к. цифровая трансформация – это процесс глубоких, непрерывных изменений, требующий детального анализа и фундаментальной перестройки всей системы управления. Система управления цифровым предприятием предполагает формирование соответствующего цифрового рабочего места, операционной модели, лидерства на основе цифровых технологий посредством коммуникаций и вовлеченности. Ключевые ценности цифровой экономики – информация и знания, носителем и генератором которых является человек, и поэтому цифровая экономика – это не только технологические инновации, постоянные изменения и т. д., но и принципиально новая роль человека. В связи с этим руководство должно задумываться о новых методах и принципах управления, а также о наиболее рациональном переходе к работе в новых условиях. Тенденции управления человеческими ресурсами невозможно рассматривать в отрыве от изменений в системе управления предприятием в целом, поэтому тенденции цифровизации должны стать главным фактором в процессе определения новой роли человека в новых условиях.

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровое предприятие, цифровые технологии, трансформация системы управления, управление изменениями, управление человеческими ресурсами, цифровая вовлеченность

Trends in human resource management in the digital economy

Yuri A. Salikov [1] saural@rambler.ru
Irina V. Logunova [2] logunova_012@mail.ru
Irina V. Kablashova [2] kablashowa@yandex.ru

[1] Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
Voronezh State Technical University, 14 Moscow Ave., Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The issue of definition of concepts and development of terminology is very important in any science. Definitions and terms that underlie reasoning affect the final results of research. Any term is based on one or another approach or the author's attitude to the problem under consideration. Currently, a large number of diverse approaches to the interpretation of the concept of "economic security" are presented in the scientific literature. However, all of them give very inaccurate and scattered representations, in particular, they do not reveal the essence, and nature and functions of the phenomenon under study. In the context of dynamic growth and requirements related to ensuring economic security, the systematization and development of a methodology for hardware support of economic security, according to the authors, is a priority of scientific research in the field of economic security. The article presents the results of research on the development of regional development strategy taking into account the priority factors of economic security. In contrast to the original methodological concept, where the analyzed definition is decomposed into its components (defining, developing, clarifying and supplementing the attributes), in the case of the definition of "economic security", the authors came to the conclusion that it is necessary to introduce an additional factor - a concrete attribute, since the studied maxim differs very much complex and branched structure and contains a large number of characterizing concepts. Based on the results of the study, as well as the experience obtained by the authors, the directions and recommendations for the formation of the economic security strategy as an integral and system-forming part of the overall strategy of socio-economic development of the region are proposed

Keywords: security, economic security, the concept of economic security, terminological analysis, terminological analysis of economic security

Введение

Цифровая экономика в глобальном научном и прикладном масштабе представляет собой еще неисследованное явление, находящееся на этапе формирования. Однако происходящие процессы изменений настолько стремительны, что для эффективного управления и наиболее полного понимания цифровых трансформаций в большей степени подходит модель VUCA (изменчивость – неопределенность – сложность – неясность). Динамичность внешней среды в новых условиях, безусловно, влияет на внутренние процессы предприятий и организаций, которые должны не только адаптироваться, но и разрабатывать модели управления, позволяющие эффективно

Для цитирования
Саликов Ю.А., Логунова И.В., Каблашова И.В. Тенденции изменений в управлении человеческими ресурсами предприятия в условиях цифровой экономики // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 393–399. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-393-399

For citation
Salikov Yu.A., Logunova I.V., Kablashova I.V. Trends in human resource management in the digital economy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 393–399. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-393-399

функционировать в условиях хаоса и неопределенности. Меняться должны все процессы, в т. ч. и управление человеческими ресурсами.

Цифровая трансформация – это качественное улучшение производственных и бизнес-процессов за счет внедрения инноваций и адаптации бизнес-моделей к условиям современной цифровой экономики [4]. Цифровая экономика – это совокупность отношений, складывающихся в процессах производства, распределения, обмена и потребления, основанных на онлайн-технологиях и направленных на удовлетворение потребностей в жизненных благах, что, в свою очередь, предполагает формирование новых способов и методов хозяйствования и требует действенных инструментов государственного регулирования [5].

Результаты исследований эволюции цифровой экономики, проведенных Л.В. Лапидус, свидетельствуют о том, что современный период характеризуется как «цифровая лихорадка», однако начиная уже с 2020 г. наступит «системная трансформация», предполагающая качественные системные сдвиги.

Основными принципами цифровизации являются: повышение потребительской ценности; переход на кастомизированные продукты и услуги; омниканальность; сокращение горизонтальных цепочек создания стоимости; сокращение транзакционных издержек; сокращение жизненного цикла инноваций; выход традиционных компаний на новые рынки электронных услуг; «сквозное» проникновение технологий Индустрии 4.0; переход на «цифровые двойники»; экосистемный подход к управлению цифровой трансформацией [5].

Цифровая экономика формирует новый тип организации – это цифровая организация (предприятие). Несмотря на новизну понятия, цифровое предприятие имеет широкую интерпретацию, что подтверждает интерес к теме и направлению исследования. Так, по мнению М.В. Баранова, концепция цифрового предприятия подразумевает полную перестройку бизнеса, включая производство, отношения с клиентами, методы управления компанией, на основе широкого применения цифровых технологий. Фундаментом цифровизации служат глобальные технологические тренды в информационных технологиях, кумулятивный эффект которых и вызвал цифровую трансформацию.

Основными тенденциями формирования цифрового предприятия наряду с оптимизацией управления внутренними процессами на основе ERP, BPM и ESM-систем и анализа больших данных являются обеспечение мобильности всех сотрудников предприятия, социальность, управление знаниями и людьми и, как следствие, изменение организационной структуры, культуры, восприятие изменений, изменение компетенций персонала и системы управления в целом.

Мобильными становятся все сотрудники и клиенты, а не только руководители, поэтому для управления цифровым предприятием нужны новые мобильные приложения с расширенной функциональностью. Еще большее влияние окажет Интернет вещей, являющийся, по сути, развитием мобильных технологий. Сервисные индустрии и B2C-рынки, в первую очередь ритейл, уже сейчас переживают очередную волну мобилизации, которая выводит их взаимодействие с потребителем на новый уровень. Сфера маркетинга в цифровом пространстве также трансформируется в сторону большей детализации и персонализации предложения клиентам – а это требует углубленного изучения имеющейся информации с применением технологий управления знаниями [11].

обсуждение

Для формирования системы управления цифровым предприятием менеджмент должен принять и реализовать ряд управленческих решений:

1) разработка бизнес-стратегии, позволяющей эффективно применить цифровые технологии с учетом потребностей клиентов;

2) оценка недостатков действующей бизнес-модели предприятия и определение направлений изменений (роли, процессы, подходы к у правлению и работе);

3) определение ответственности за изменения в дизайне и контроль над реализацией на специально созданную рабочую группу [8].

В качестве основных ценностей цифровой экономики выступают информация и знания, источником и носителем которых является человек, поэтому цифровая экономика определяет новую роль человеческих ресурсов и человеческого капитала, а не только постоянные изменения и тенденции различных инноваций. Несмотря на все достижения в автоматизации бизнес-процессов, люди с их интуицией, умениями и навыками остаются ключевым фактором успеха цифрового предприятия, поэтому традиционные системы управления кадрами трансформируются в управление талантами, обучением и развитием сотрудников. В связи с этим необходимо рассмотреть особенности формируемых новых условий и определить цели, задачи, функции и роли человека в системе управления.

Социальность делает структуру управления предприятием плоским, то есть разрушает вертикальную иерархию, позволяя всем общаться напрямую. Это неизбежно приведет к распространению новых концепций менеджмента, основанных на сетевых принципах управления вместо командно-административных. Люди, получив опыт социального взаимодействия в Сети, обязательно привнесут его в свои рабочие отношения.

В эволюции современного кадрового менеджмента можно выделить четыре концепции, определяющие роль работника и человека в производстве [2]:

1) использование трудовых ресурсов (труд как единственная функция человека, измеряемая затратами рабочего времени и заработной платой);

2) управление персоналом (человек рассматривался через формальную роль – функцию, управление осуществлялось исключительно через административные рычаги);

3) управление человеческими ресурсами (человек стал рассматриваться не как должность (элемент структуры), а как невозобновляемый важнейший ресурс);

4) управление человеком (человек – это не только особый объект управления, но и субъект управления, который уже не может рассматриваться только как «ресурс»).

В данной классификации человеческий фактор представляет собой целенаправленное воздействие на человека как носителя способности к труду с целью получения большего результата от его деятельности, большей гуманизации осуществляемых на предприятии изменений, ориентации организации производства и труда на возможности человека, его интересы. Человек – это главный субъект организации, особый объект управления, который не может рассматриваться как ресурс. Стратегия и структура организации должны строиться исходя из желаний и способностей человека.

Анализируя эволюцию подходов к определению роли кадров в производстве, можно отметить, что управление человеческими ресурсами является следующим, более эффективным подходом к пониманию роли персонала в организации. Концепция управления человеческими ресурсами в настоящее время является наиболее приоритетной, и большинство предприятий, к сожалению, преимущественно западных, уже перешли к новому видению и представлению роли персонала в организации и определили траекторию движения в направлении концепции человеческого фактора. Отечественные предприятия в отношении персонала пока придерживаются традиционной концепции, а именно – кадрового администрирования, свойственного концепции управления персоналом, и по-прежнему отдают приоритет повышению эффективности за счет финансовых ресурсов и показателей.

Учитывая тенденции формирования цифровой экономики, следует отметить, что в недалеком будущем именно четвертая концепция – управление человеком будет играть ведущую роль в системе управления цифровым предприятиям. Это будет выражаться в развитии новых компетенций, необходимых персоналу в цифровых условиях, обеспечении вовлеченности в процесс изменений в целом, в т. ч. организационной культуры и структуры в частности. Следовательно, в условиях цифровой экономики необходимо формирование нового этапа (подхода, концепции) в эволюции управления персоналом. Это может быть, например, управление цифровыми компетенциями, управление цифровым человеческим капиталом, управление человеком в условиях цифровой трансформации. Предлагаемая новая концепция должна быть основана на компетентностном подходе, т. к. именно от формирования и развития цифровых компетенций будет зависеть успех персонала и предприятия в VUCA-условиях [6].

Для руководителей цифрового предприятия и менеджеров всех уровней наиболее актуальными будут цифровые компетенции и их интеграция в традиционную систему управленческих знаний, умений и навыков, а также решение кадровых вопросов, поскольку для реализации цифровой модели развития бизнеса нужны специалисты не только с новой технической подготовкой, но и с другим менталитетом. Цифровые компетенции – это новые требования к персоналу, обеспечивающие достижение целей предприятия в условиях «волатильности и хаотичности бизнеса».

Ключевыми компетенциями – драйверами цифровой экономики, наряду с традиционными (комплексное решение проблем, критическое мышление, управление людьми, коллаборация с другими) станут следующие:

- аналитические навыки и работа с большими данными; креативность; цифровая грамотность;
- дружественность к технологиям;
- гибридные компетенции;
- быстрое и качественное мышление;
- многозадачность;
- многокомандность;
- трансдисциплинарность;
- on-line коммуникативные навыки;
- навыки сохранения здоровья.

Другим словами, цифровая экономика определяет необходимость формирования гибридной формы компетенций, чтобы преодолеть разрывы в понимании проблем с позиции руководителе, программистов и потребителей.

В качестве уровня освоения гибридных компетенций можно использовать метакомпетентность, включающую коммуникативные навыки, аналитические способности и готовность решения проблем.

Эффективное функционирование цифрового предприятия и развитие человеческих ресурсов должно строиться на следующих принципах:

1) человек – основа корпоративной культуры, движущая сила организационных изменений;

2) создание эффективных управленческих команд, команд специалистов, привлечение сотрудников к управлению;

3) формирование благоприятного морально-психологического климата в организации;

4) качество как критерий эффективности: личное качество, качество команды, качество продукта, качество сервиса, качество организации;

5) команды как критерий успеха организации;

6) обучение – ключ к развитию и эффективному управлению изменениями [9].

На основании указанных принципов меняется и кадровая политика. Как утверждает О. Демьянова, кадровая политика предприятия в условиях цифровизации предполагает [1]:

– обеспечение удобной для работников цифровой среды;

– разработку новых требований к работникам в условиях цифровой экономики;

– разработку автоматизированной системы оценки эффективности работы персонала в условиях цифровизации бизнес-процессов.

Тенденции изменений в кадровой политике связаны, главным образом, с обеспечением вовлеченности персонала и адаптации к новым условиям, определением ключевых компетенций, необходимых персоналу для работы в цифровом формате, и использованием современных информационно-коммуникационных технологий в управлении HR-процессами.

Цифровая экономика предполагает появление таких элементов в системе управления, как цифровая информация, цифровая операционная модель, цифровое лидерство, цифровая вовлеченность, цифровое рабочее место [6] (таблица 1).

Таблица 1.

Направления цифровизации в системе управления предприятием

Table 1.

Directions of digitalization in the enterprise management system

Направление цифровизации The direction of digitalization	Характеристика направления | Characteristics of direction
Цифровое лидерство Digital leadership	Руководство формирует цифровую организационную культуру на основе обратной связи, корпоративных ценностей, принципов взаимодействия и вовлеченности всех сотрудников для эффективного внедрения цифровых технологий. Management creates a digital organizational culture based on feedback, corporate values, principles of interaction and involvement of all employees for the effective implementation of digital technologies.
Цифровая вовлеченность Digital engagement	На основе цифровых технологий сотрудники получают возможность использовать цифровые и социальные каналы в рамках своей работы. Based on digital technologies, employees are able to use digital and social channels as part of their work.
Цифровая рабочая сила (рабочее место) Digital workforce (workplace)	Цифровые технологии обеспечивают формирование жизненного цикла рабочего, интеграцию корпоративных бизнес-приложений и сервисов, компьютеризацию оповещений и уведомлений, централизованный сбор аналитических данных и визуализацию отчетов без привязки к определенному рабочему месту, что в целом повышает мобильность персонала, безопасность и управляемость. | Digital technologies provide the formation of the life cycle of the worker, integration of corporate business applications and services, computerization of alerts and notifications, centralized collection of analytical data and visualization of reports without reference to a specific workplace, which in General increases staff mobility, security and manageability.
Цифровые коммуникации (информация) Digital communications (information)	Цифровые коммуникации обеспечивают оперативность и своевременность передачи информации, эффективное взаимодействие в условиях многозадачности и расширение ответственности. Digital communications ensure the efficiency and timeliness of information transfer, effective collaboration in multi-tasking environment and the extension of these responsibilities.
Цифровая операционная модель Digital operating model	Операционная модель необходима предприятию для реализации цифровой стратегии развития и должна включать принципы, процессы, организационные структуры и показатели эффективности, а также элементы проектирования (клиентский опыт, предложение продуктов и услуг, экосистемы, механизмы контроля и согласования, способы работы). | The operational model is necessary for the enterprise to implement a digital development strategy and should include principles, processes, organizational structures and performance indicators, as well as design elements (customer experience, product and service offerings, ecosystems, control and coordination mechanisms, ways of working).

Цифровая трансформация включает технологические, образовательные и коммуникационные изменения. Рекомендуется обратить внимание на то, что новые условия – это процесс постоянных изменений различной природы, что, в свою очередь, требует понимания и вовлеченности со стороны персонала. Инструментами управления изменениями и вовлеченности персонала могут стать открытая информационная политика, демонстрация успешных примеров и преимуществ цифровизации, формирование цифровой организационной культуры и новой цифровой системы управления предприятием [4].

По мнению Н. Колосовой, обычная компания превращается в так называемую smart company не когда она начинает внедрять и полноценно использовать современные технологии, а когда цифровая экосистема становится основой компании [3].

Исследования показывают, что успех цифрового подхода к обеспечению вовлеченности персонала зависит от степени понимания того, как пересекаются взаимоотношения сотрудников и руководителей, где и как отношения могут быть углублены для влияния на бизнес-результаты и организационные изменения. В условиях цифровой трансформации предприятия вовлечённость сотрудников должна рассматриваться не как состояние, а как отношения, которые можно развивать с помощью конкретных программ и различных

цифровых технологий. Компьютеризация оптимизирует процесс вовлечения рабочего к цифровой трансформации. Она не только обеспечивает персоналу инструменты и обучение, в которых они нуждаются, но и дает возможность персонализировать их, чтобы правильно внедрять в свою работу действительно необходимые технологии [12].

Ведущая роль в обеспечении вовлеченности персонала в процессы цифровых изменений предприятия принадлежит HR-специалистам, которые путем влияния на рабочие задачи и личные потребности, используя современные HR-методики и успешные HR-практики, будут принимать активное участие в формировании цифровой организационной культуры.

К коммуникационным изменениям, обеспечивающим вовлеченность персонала в процессы цифровизации предприятия, можно отнести: внутреннее сотрудничество; использование цифровых и социальных каналов в рамках своей работы; размещение информации о предприятии в своих профилях в социальных сетях. Коммуникационные изменения усиливают роль коммуникаций по всем уровням и направлениям и тесно связаны с технологическими изменениями, т. к. процесс коммуникаций невозможен без соответствующих средств и каналов связи.

Изменения в HR-процессах должны быть направлены, во-первых, на развитие талантов внутри предприятия, а во-вторых, – на привлечение специалистов для решения конкретных задач. При этом акцент должен быть сделан не только на базовые IT-компетенции, но и на гибкость, быструю обучаемость, а также готовность принятия ценностей организационной культуры.

В поиске цифровых талантов может помочь модель открытых инноваций. По словам экспертов, иногда бывает экономически более оправданно привлекать технологические компетенции не через найм сотрудников, а через открытое взаимодействие с рынком и компаниями, которые предлагают те или иные продукты.

В условиях цифровой трансформации меняется не только содержание HR-процессов, но и требования, предъявляемые к HR-специалистам. Во-первых, это проактивность, т. е. знание современных тенденций развития предприятия и способность найти и удержать профессионалов, которые обеспечат успех предприятию в новых условиях (маркетинговый подход, основанный на продаже вакансии). Во-вторых, это готовность к автоматизации простейших HR-процессов (в т. ч. рекрутинг) и работе с представителями поколений Y и Z.

Для непрерывного управления эффективностью (Continuous Performance Management) или обеспечения обратной связи в режиме реального времени (Real-TimeFeedback) HR-специалистам потребуются соответствующие IT-ресурсы. При этом обязательным элементом HR-систем становятся мобильные приложения, поскольку многие сотрудники работают в проектных командах и сетевых структурах, часто дистанционно.

Со временем исчезнут долгие процедуры согласования карт целей в начале года и подведения итогов в конце. Скорее всего, корректировать зарплату сотрудников тоже будет IT-система, принимая при этом в расчет квалификацию человека, его опыт, результативность и другие параметры [14].

Эффективность концепции управления человеком в условиях цифровой экономики будет зависеть от таких факторов, как гибкость сотрудников, концентрация на инновациях, учет морального износа процессов, повышение скорости обучения, в т. ч. обучение решению неожиданных проблем, развитие внутренней ротации, временная занятость, гибкие должностные инструкции, поддержка конкурентных преимуществ и др. (рисунок 1).

Анализ практики перехода предприятий к новой цифровой модели управления показывает, что цифровизация экономики определила не только масштабные изменения в системе управления и стратегии развития предприятий, но также направления изменений в управлении человеческими ресурсами, в т. ч. формирование цифровых компетенций.

В 2016 г. в ПАО «Сбербанк» разработана новая модель компетенций, которая включает системное мышление, управление результатом и ответственность, клиентоцентричность, развитие команд и сотрудничество, управление собой. Инновационность и цифровые навыки – это умение идти на обдуманные риски, участвовать в развитии трендов и технологий, быть любознательным, поощрять разнообразные модели мышления, стремиться к постоянным улучшениям [7].

В конце 2017 г. в ПАО «Газпром» была утверждена Комплексная целевая программа развития единого информационного пространства группы «Газпром» на период 2018–2022 гг. Основными целевыми ориентирами программы являются: внедрение автоматизированных решений на всех уровнях управления и эволюция возможностей единого информационного пространства.

Программа основана на следующих принципах: интегрированность, инновационность, импортозамещение. Программа предусматривает функциональный характер цифровизации и связана с повышением эффективности операционной, инвестиционной и сбытовой деятельности, управления финансами, а также управления производством.

В ПАО «Газпром» разработана модель постоянного развития компетенций собственных сотрудников как важнейший элемент корпоративной культуры. ПАО «Газпром» уделяет большое внимание профессиональному развитию своих сотрудников. Модернизация производства, внедрение инновационных и цифровых технологий задают новые требования к уровню квалификации персонала. Динамичное развитие ПАО «Газпром» требует еще большей динамики в развитии персонала, достичь этого можно во многом за счет эффективной и постоянно совершенствующейся системы обучения.

Рисунок 1. Особенности управления человеческими ресурсами в условиях цифровой экономики

Figure 1. Features of human resources management in the digital economy

В 2016 г. ПАО «Газпром» продолжала создавать и совершенствовать модели профессиональных компетенций. Новые модели компетенций были разработаны и внедрены в функциях «Экономика и инвестиции», «Промышленная безопасность и охрана труда», «Информационные технологии, автоматизация и телекоммуникация», доработана модель профессиональных компетенций функции «Управление персоналом». На основе ряда моделей были созданы профили должностей, меню развивающих действий и карьерные атласы [10].

В конце 2017 г. холдинг «СИБУР» объявил о трансформации производственных и бизнес-процессов с помощью инструментов продвинутой аналитики, мобильных приложений, новых технологий. Цифровизация предполагает новые возможности для развития всех сотрудников. Предприятие стремится настроиться на синтез разных культур и получить эффект синергии. Процессы, которые сопровождают трансформацию, позволяют сотрудникам приобрести новые востребованные компетенции, повысить квалификацию в смежных областях, получить уникальный опыт. Кроме того, вырабатываются новые подходы и форматы для организации кросс-функционального взаимодействия, его упрощения и более плодотворной совместной работы.

Холдинг «СИБУР» имеет широкие возможности для развития персонала, например, курсы повышения квалификации, индивидуальный план развития сотрудника, программы стажировок, программа ротации «Прогресс», корпоративный университет, на базе которого был создан факультет IT и цифровых компетенций для формирования у сотрудников единого представления о развитии цифровизации в компании и обучения ключевым инструментам [13].

Компании Siemens и PwC предлагают комплексный подход, обеспечивающий эффективное проведение цифровых преобразований производственных предприятий. Направлениями трансформации являются: цифровая стратеги и бизнес-модель; цифровая операционная модель, процессы, структура и культура; технологическая инфраструктура и процессы цифрового производства. Проект цифровой трансформации реализуется по следующим этапам: оценка цифровой зрелости; выбор целевых процессов; пилотное внедрение; масштабирование [4].

Заключение

Цифровая трансформация формирует новые условия функционирования предприятий и предъявляет жесткие требования к системе управления предприятием. Необходимость внедрения цифровых технологий в ключевые бизнес-процессы промышленного предприятия связана с проблемой управления изменениями в целом, в т. ч. с обеспечением вовлеченности и развития персонала на основе технологических, образовательных и коммуникационных инноваций.

ЛИТЕРАТУРА

1 Демьянова О., Ахметшина Э. Влияние цифровизации на кадровую политику // Проблемы теории и практики управления. 2018. № 04. С. 117–122.

2 Евенко Л.И. Концепции управления персоналом. URL: http://www.grandars.ru/college/biznes/upravlenie-persona-lom.html

3 Колосова Н. Цифровизация в работе с персоналом требует инвестиций, но дает большую отдачу URL: https://www.xerox.ru/press-centre/publications/1091620/

4 Комплексный подход к цифровизации промышленных предприятий. URL: https://www.pwc.ru/ru/publications/PwC_Siemens_Digital_transformation.pdf

5 Лапидус Л.В. Центр компетенций цифровой экономики. Ассоциация граждан и организаций по содействию развитию корпоративного образования URL: http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoj-ekonomiki/

6 Логунова И.В. Формирование инновационных подходов к управлению человеческими ресурсами организации. // Экономинфо. 2018. Т. 15. № 1. С. 32–36.

7 Обучение и развитие. Годовой отчет ПАО «Сбербанк» 2016 г. URL: https://2016.report-sberbank.ru/ru/results-overview/employees/stu-dying-programs

8 Озеров Г.М. Современные концепции управления человеческими ресурсами. Менеджмент и финансы. URL: http://www.manfin.narod.ru/ p39.html

9 Проектирование цифровых организаций. URL: https://www.bcg.com/ru-ru/about/bcg-review/ design-of-digital-organizations.aspx

10 Развитие профессиональных компетенций. Годовой отчет ПАО «Газпром» 2016 г. URL: https://csr2016.gazprom-neft.ru/hr-development/development-of-professional-competencies

11 Саликов Ю.А., Каблашова И.В. Совершенствование организации процессов производства в условиях инновационного развития системы менеджмента качества // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4 (70). С. 488–498.

12 Цифровые компетенции нужны не только в ИТ-сфере. Российская газета. URL: https://rg.ru/2018/06/04/cifrovye-kompetencii-nuzhny-ne-tolko-v-it-sfere.html

13 Цифровая химия: как СИБУР перешел на digita. Head hunter. URL: https://voronezh.hh.ru/interview/23844

14 HR в цифровую эпоху. Экопси консалтинг. URL: http://www.ecopsy.ru/publikatsii/ru-hr-v-tsifrovuyu-epohu.html

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий А. Саликов д.э.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, saural@rambler.ru

Ирина В. Логунова д.э.н., кафедра экономики и управления на предприятиях машиностроения, Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т 14, г. Воронеж, 394036, Россия, logunova_012@mail.ru

Ирина В. Каблашова к.э.н., кафедра экономики и управления на предприятиях машиностроения, Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т 14, г. Воронеж, 394036, Россия, kablashowa@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 04.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.05.2019

REFERENCES

1 Demyanova O., Akhmetshina E.Influence of digitalization on personnel policy. Problems of the theory and practice of management. 2018. no. 04. pp. 117–122. (in Russian).

2 Evenko L.I. The concept of personnel management. Available at: http://www.grandars.ru/college/biznes/upravlenie-personalom.html (in Russian).

3 Kolosova N. Digitisation in human resources requires investment, but gives a great return. Available at: https://www.xerox.ru/press-centre/publications /1091620 (in Russian).

4 An integrated approach to the digitization of industrial enterprises. Available at: https://www.pwc.ru/ru/publications/PwC_Siemens_Digital_transformation.pdf (in Russian).

5 Lapidus L.V. Center of competence of digital economy. Association of citizens and organizations for the development of corporate education. Available at: http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoj-ekonomiki/ (in Russian).

6 Logunova I.V. Formation of innovative approaches to the management of human resources of the organization. Econominfo. 2018. vol. 15. no. 1. pp. 32–36. (in Russian).

7 Training and development. Sberbank Annual report 2016. Available at: https://2016.report-sberbank.ru/ru/results-overview/employees/studying-programs (in Russian).

8 Ozerov G.M. Modern concepts of human resources management. Management and Finance. Available at: http://www.manfin.narod.ru/p39.html (in Russian).

9 Design of digital organizations. Available at: https://www.bcg.com/ru-ru/about/bcg-review/design-of-digital-organiza-tions.aspx (in Russian).

10 Development of professional competencies. 2016 Gazprom Annual Report. Available at: https://csr2016.gazprom-neft.ru/hr-development/development-of-professional-competencies (in Russian).

11 Salikov Yu.A., Kalachova I.V. Improving the organization of production processes in the conditions of innovative development of the quality management system. Proceedings of VSUET. 2016. no. 4 (70). pp. 488–498. (in Russian).

12 Digital competencies are needed not only in the IT field. Available at: https://rg.ru / 2018/06/04/cifrovye-kompetencii-nuzhny-ne-tolko-v-it-sfere.html (in Russian).

13 Digital chemistry: how SIBUR switched to digita. Head hunter. Available at: https://voronezh.hh.ru/interview / 23844 (in Russian).

14 HR in the digital age. Ecopsy Consulting. Available at: http://www.ecopsy.ru/publikatsii/ru-hr-v-tsifrovuyu-epohu.html (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuri A. Salikov Dr. Sci. (Econ.), professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, saural@rambler.ru

Irina V. Logunova Dr. Sci. (Econ.), economics and management at mechanical engineering enterprises department, Voronezh State Technical University, 14 Moscow Ave., Voronezh, 394036, Russia, logunova_012@mail.ru

Irina V. Kablashova Cand. Sci. (Econ.), economics and management at mechanical engineering enterprises department, Voronezh State Technical University, 14 Moscow Ave., Voronezh, 394036, Russia, kablashowa@yandex.ru

CONTRIBUTION

Authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.4.2019

ACCEPTED 5.14.2019

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: http://vestnik.vsuet.ru/

Требования к оформлению материалов для журнала «Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий»

Редакция просит авторов в подготовке рукописей руководствоваться изложенными ниже правилами. Рукописи, оформленные без соблюдения данных правил, редакцией рассматриваться не будут.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РУКОПИСЕЙ И ЗАЯВЛЕНИЕ НА РАССМОТРЕНИЕ

Представление рукописи в журнал *«ВЕСТНИК ВГУИТ»* для печати предполагает, что:
1) описанная в ней работа ранее не была опубликована;

2) она не рассматривается для публикации в ином издательстве;

3) ее публикация была одобрена всеми авторами и так или иначе взаимосвязанными организациями, в которых эта работа проводилась;

4) в случае принятия к публикации эта статья не будет опубликована где-либо еще в той же форме, на английском или на любом другом языке, в том числе и в электронном виде.

Представление статьи проводят через официальный сайт издания путем прохождения регистрации (http://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/user/register).

В состав электронной версии статьи должны входить:

1. Рукопись статьи оформленная строго в шаблоне редакции в формате Word 2007–2016. Word 2003 – **НЕ Принимается**
2. табличный материал в виде отдельного файла (**только при условии** когда объем одной таблицы превышает полную страницу журнальной статьи)
3. иллюстрации **в исходном формате данных с возможностью редактирования (программах для черчения/рисования/создания диаграмм и прочее, ТО ЕСТЬ НЕ сохранен в формате с потерей качества)** предпочтение, при этом отдается векторным форматам: **eps, svg, ai, pdf,** растровый формат изображений (с сжатием): форматы **png, jpeg и пр.** не прикреплять**.** Минимальное разрешение рисунков и графиков **600 dpi. Это требование необходимо для повышения типографского качества печатной версии издания.**

Если авторов несколько, то необходимо указать автора, которому будет адресована корреспонденция, и его контактные данные: адрес, номер телефона/факса, а также адреса электронной почты всех авторов.

ВНИМАНИЕ: Авторы несут полную ответственность за достоверность и оригинальность информации, предоставленной в рукописи. Все рукописи проходят проверку на наличие заимствований в системе «Антиплагиат». Оригинальность рукописи должна быть не менее 80%, в противном случае рукопись будет возвращена без права опубликования. При обнаружении нарушения авторских прав или плагиата будет проведена ретракция опубликованных статей в соответствии с правилами COPE.

ОФОРМЛЕНИЕ СТАТЬИ

Статьи в журнале *«ВЕСТНИК ВГУИТ»* издаются на русском языке с реферат на английском языке. По согласованию с редакцией допускается публикация статьи и на английском языке.

Вся статья (текст, таблицы, примечания, заголовки, иностранные вставки, список литературы, подрисуночные подписи и др.) набирается на компьютере в соответствии со стилями форматирования **шаблона журнала** для MS Word **2007-2016**.

Версия статьи выполненная средствами MS Word 2003 **НЕ принимаются**.

Объем статьи, включая список литературы и подрисуночные подписи, не должен превышать: для работ, имеющих общее значение 5–20 страниц текста, для кратких сообщений до 3 стр.

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: http://vestnik.vsuet.ru/

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ СТАТЬИ

I. *ОСНОВНОЙ ТЕКСТ СТАТЬИ*

Рукописи оригинальных исследований представляются по общепринятой международной схеме (IMRAD format - Introduction, Methods, Results and Discussion) и в статье должны найти отражение следующие рубрики:

Введение - кратко излагается современное состояние вопроса и обосновывается актуальность исследования. Дается критическая оценка литературы, имеющей отношение к рассматриваемой проблеме. Данная оценка разграничивает нерешенные вопросы. Ставятся четко сформулированные цели и задачи, поясняющие дальнейшее исследование в конкретной области;

Материалы и методы - дается достаточно подробное описание работы, для ее возможного воспроизведения. Методы, опубликованные ранее, должны сопровождаться ссылками: автором описываются только относящиеся к теме изменения.

Результаты - описываются в логической последовательности в виде отдельных фрагментов, разделенных подзаголовками, без элементов обсуждения, без повторения методических подробностей, без дублирования цифровых данных, приведен-ных в таблицах и рисунках.

Обсуждение - в разделе проводится детальный анализ полу-ченных данных в сопоставлении с данными ли-тературы, что служит обоснованием выводов и заключений авторов.

Заключение - подводятся основные итоги работы, приводятся рекомендации и указание на дальнейшие возможные направления исследований.

Для обзорных статей должны быть указаны *Введение* и в соответствии со стандартом PRISMA указать **стратегию поиска литературы** (http://www.prisma-statement.org).

Таблицы объема больше одной страницы указывать как **Приложение в виде отдельного файла**, так как они не будут опубликованы в печатной версии, а будут прикладываться в виде отдельного файла к электронной версии.

Названия и содержание рисунков (все подписи внутри) и таблиц (столбцов и строк) должны быть приведены как на русском, так и на английском языках.

Графический материал представляется в исходном формате данных с возможностью редактирования (программах для черчения/рисования/создания диаграмм и прочее, ТО ЕСТЬ НЕ сохранен в формате с потерей качества) предпочтение, при этом отдается векторным форматам: eps, svg, ai, pdf, исключение фотографии в растровом формате (с сжатием): png, jpeg и пр. Минимальное разрешение рисунков и графиков **600 dpi.**

Файлы Excel -- внедрены в текст статьи, с возможностью редактирования.

II. *БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES*

Список литературы оформляется согласно Приложению 1, 2.

Цитируемая литература должна содержать не менее 10 источников, и не менее 5 ссылок на иностранные источники. В списке литературы должны быть опубликованы работы за последние пять лет, в том числе в журналах, индексируемых в базах данных ***ScienceDirect, Web of Science, Scopus, Science Index***. Лишь в случае необходимости допустимы ссылки на более ранние труды. Справочная литература не старше 10 лет.

В список литературы **НЕ включаются** учебные пособия, нормативные и архивные материалы, статистические сборники, газетные заметки без указания автора, монографии, авторефераты и диссертации. В цитируемой литературе желательно указывать источники с **DOI.**

Вместо ссылок на материалы диссертаций и авторефератов диссертаций, рекомендуется ссылаться на оригинальные статьи по теме диссертационной работы, так как сами диссертации рассматриваются как рукописи и не являются печатными источниками.

Самоцитирование **НЕ более** 2-х ссылок.

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: http://vestnik.vsuet.ru/

III. ПУБЛИКАЦИОННАЯ ЭТИКА

Статьи, принимаемые к публикации в журнале *«ВЕСТНИК ВГУИТ»*, должны излагать наиболее существенные, законченные и еще ранее неопубликованные результаты научных исследований.

О публикационной этике и этических нормах для публикации в журнале *«ВЕСТНИК ВГУИТ»* см.: http://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/about/editorialPolicies#custom-2

Журнал «Вестник ВГУИТ» выходит 4 раза в год: № 1 – март; № 2 – июнь; № 3 – сентябрь; № 4 – декабрь.

Статья должна быть тщательно проверена и подписана всеми авторами.

К статье должны прилагаться сопроводительные документы:

- сопроводительное письмо;
- экспертное заключение;
- положительная рецензия ведущего ученого в данной области или члена редакционной коллегии серии, заверенная подписью и печатью.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным. В случае возвращения статьи для исправления датой представления считается день получения исправленного текста. Срок доработки - не более 1 месяца.

Материалы, не соответствующие данным требованиям оформления, к публикации не принимаются. Рукописи авторам не возвращаются.

Плата с аспирантов и докторантов за публикацию рукописей не взимается.

IV. КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Информацию о стоимости публикации можно узнать в редакции журнала. Также редакция оказывает платные услуги профессионального перевода реферата и ключевых слов на английский язык.

По всем интересующим Вас вопросам обращаться в редакцию журнала по контактам:

Дерканосова Анна Александровна - кандидат технических наук, доцент кафедры Сервиса и ресторанного бизнеса, начальник Центра коллективного пользования «Контроль и управления энергоэффективными проектами»

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»
Телефон: 8 920 432 16 57
E-mail: post@vestnik-vsuet.ru, aa-derk@yandex.ru
Адрес 394000, г. Воронеж, пр. Революции, 19, ауд. 11.

Соответствие рубрик/разделов журнала Вестник ВГУИТ
Номенклатуре научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени.

1.1 Процессы и аппараты пищевых производств

1.2 Пищевая биотехнология

- **05.18.01** Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства
- **05.18.04** Технология мясных молочных и рыбных продуктов и холодильных производств
- **05.18.05** Технология сахара и сахаристых продуктов чая табака и субтропических культур
- **05.18.06** Технология жиров эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов
- **05.18.07** Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ
- **05.18.12** Процессы и аппараты пищевых производств
- **05.18.15** Товароведение пищевых продуктов и технология общественного питания

2. Химическая технология

- **05.17.01** Технология неорганических веществ
- **05.17.04** Технология органических веществ
- **05.17.06** Технология и переработка полимеров и композитов
- **05.17.07** Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- **05.17.08** Процессы и аппараты химических технологий

3. Экономика и управление

- **08.00.05** Экономика и управление народным хозяйством

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: http://vestnik.vsuet.ru/

Приложение 1

ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

СТАТЬЯ В ЖУРНАЛЕ:

(кол-во авторов от 1 до 4):

Буянова И.В., Имангалиева Ж.К. Агрегат для тонкого измельчения творога // Вестник Международной академии холода. 2016. № 3. С. 23–26.

(кол-во авторов более 4):

Семенов Е.В., Бабакин Б.С., Воронин М.И., Белозёров А.Г. и др. Математическое моделирование процесса охлаждения хладоносителя системой замороженных шаров // Вестник Международной академии холода. 2016. № 4. С. 74–79.

СТАТЬЯ В ЖУРНАЛЕ С DOI:

(кол-во авторов от 1 до 4):

Илюхина Н.В., Колоколова А.Ю. Закономерности ингибирования культуры *Salmonella* // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 209–212. doi: 10.20914/2310-1202-2018-4-209-212

(кол-во авторов более 4):

Шарова Н.Ю., Принцева А.А., Манжиева Б.С., Выборнова Т.В. и др. Ферменты гидролитического действия в технологиях переработки некондиционного крахмалсодержащего сырья // Пищевая промышленность. 2019. № 4. С. 115–117. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10058

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ:

Содержание и технологии образования взрослых: проблема опережающего образования: сб. науч. тр. / Институт образования взрослых Рос. акад. образования; под ред. А.Е. Марона. М.: ИОВ, 2007. 118 с.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ, ФОРУМОВ, СОВЕЩАНИЙ, СЕМИНАРОВ:

Цветкова И.И., Сводцева И.А. Индикаторный подход к оценке кадровой безопасности в системе экономической безопасности предприятия // Устойчивое развитие социально-экономической системы Российской Федерации: мат. XVII науч.-практ. конф., Гурзуф, Ялта, 04 декабря 2015 г. Симферополь: Ариал, 2016. С. 110–112.

КНИГА, МОНОГРАФИЯ:

(кол-во авторов от 1 до 4):

Румянцева З.П. Менеджмент организаций. М.: Инфра-М, 2015. 432 с.

(кол-во авторов более 4):

Антипова Л.В., Сторублевцев С.А., Успенская М.Е., Попова Я.А. и др. Комплексная переработка кроликов: традиции и инновации: монография. Воронеж, 2017. 377 с.

ДИССЕРТАЦИЯ

Пономаренко Ю.А. Нетрадиционные корма и биологически активные вещества в рационах цыплят-бройлеров и кур-несушек: дис… д-ра с.-х. наук. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2017. 437 с.

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:

Ушакова А.С. Разработка комплексной технологии переработки сушеного плодово-ягодного сырья: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Кемерово: Кемер. технол. ин-т пищевой пром., 2017. 22 с.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ:

порядок описания:

Заглавие официального документа: сведения, относящиеся к заглавию (указ, постановление), Дата принятия документа / Название издания. Год издания. Количество страниц.

пример:

ГОСТ 5900–2014. Изделия кондитерские. Определение массовой доли влаги и сухих веществ. М.: Стандартинформ, 2015. 8 с.

ПАТЕНТ:

порядок описания:

Обозначение вида документа, номер, название страны, индекс международной классификации изобретений. Название изобретения / И.О.Фамилия изобретателя, заявителя, патентовладельца; Наименование учреждения-заявителя. Регистрационный номер заявки; Дата подачи; Дата публикации, сведения о публикуемом документе.

пример:

Пат. № 2689672, RU, A23L 5/00. Способ комплексной переработки семян сои с выделением белоксодержащих фракций / Четверикова И.В., Шевцов А.А., Ткач В.В., Сердюкова Н.А. № 2018107149; Заявл. 26.02.2018; Опубл. 01.07.2019. Бюл. № 19.

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС:

порядок описания:

Фамилия И.О. автора (если указаны). Название ресурса. Место издания: Издательство, год издания (если указаны). Адрес локального сетевого ресурса.

пример:

Лапидус Л.В. Центр компетенций цифровой экономики. Ассоциация граждан и организаций по содействию развитию корпоративного образования. URL: http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoj-ekonomiki/

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: http://vestnik.vsuet.ru/

Приложение 2

ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ:

СТАТЬЯ ИЗ ЖУРНАЛА:

порядок описания:

Фамилия И.О. автора (транслитерация). Перевод названия статьи на английский. Перевод названия источника на английский язык. Год, том, номер, страницы (от-до). Указание на язык статьи (in Russian) после описания статьи.

пример:

(кол-во авторов от 1 до 4):

Buyanova I.V., Imangalieva Zh.K. A unit for fine grinding of cottage cheese. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. no. 3. pp. 23–26. (in Russian).

(кол-во авторов более 4):

Semenov E.V., Babakin B.S., Voronin M.I., Belozerov A.G. et al. Mathematical modeling of the process of cooling a coolant with a system of frozen balls. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. no. 4. pp. 74–79. (in Russian).

СТАТЬЯ С DOI:

(кол-во авторов от 1 до 4):

Ilyukhina N.V., Kolokolova A.Yu. Patterns of Inhibition of Salmonella Culture. Bulletin of the Voronezh State University. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 209–212. doi: 10.20914 / 2310-1202-2018-4-209-212 (in Russian).

(кол-во авторов более 4):

Sharova N.Yu., Printseva A.A., Manzhieva B.S., Vybornova T.V. et al. Hydrolytic enzymes in the processing of substandard starch-containing raw materials. Food Industry. 2019. no. 4. pp. 115–117. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10058 (in Russian).

СТАТЬЯ ИЗ ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. Journal of Computer Mediated Communication. 1999. vol. 5. no. 2. Available at: http://www. ascusc.org/ jcmc/vol5/ issue2/

СТАТЬЯ ИЗ ПРОДОЛЖАЮЩЕГОСЯ ИЗДАНИЯ (СБОРНИКА ТРУДОВ):

Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints “steel-composite”. Proc. of the Bauman MSTU “Mathematical Modeling of Complex Technical Systems”. 2006. no. 593. pp. 125–130. (in Russian).

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ:

Tsvetkova I.I., Svodtseva I.A. An indicator approach to the assessment of personnel security in the system of economic security of an enterprise. Sustainable development of the socio-economic system of the Russian Federation. Simferopol, Arial, 2016. pp. 110–112. (in Russian).

КНИГИ (МОНОГРАФИИ, СБОРНИКИ):

(кол-во авторов от 1 до 4):

Rumyantseva Z.P. Management of organizations: a monograph. Moscow, Infra-M, 2015. 432 p. (in Russian).

(кол-во авторов более 4):

Antipova L.V., Storublevtsev S.A., Uspenskaya M.E., Popova Ya.A. et al. Complex processing of rabbits: traditions and innovations: a monograph. Voronezh, 2017. 377 p. (in Russian).

ДИССЕРТАЦИЯ ИЛИ АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:

Ushakova A.S. Development of a comprehensive technology for processing dried fruit and berry raw materials. Kemerovo, Kemer. Technol. Institute of Food Industry, 2017. 22 p. (in Russian).

ГОСТ:

State Standard 5900–2014. Confectionery products. Determination of the mass fraction of moisture and dry matter. Moscow, Standartinform, 2015. 8 p. (in Russian).

ПАТЕНТ:

Chetverikova I.V., Shevtsov A.A., Tkach V.V., Serdyukova N.A. The method of complex processing of soybean seeds with the allocation of protein-containing fractions. Patent RF, no. 2689672, 2019.

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС:

Lapidus L.V. Center of competence of digital economy. Association of citizens and organizations for the development of corporate education. Available at: http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoj-ekonomiki / (in Russian).

List of requirements of drowing up materials in «Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies»

Editorial Board asks the authors to stick to the following rules in writing the papers, otherwise they may be rejected. Submitting the manuscripts for the review.

Submitting the article for publication in the journal "Proceedings of the VSUET" includes: the paper has not been previously published; it is not being considered for publication in another publishing house; its publication has been approved by all authors and interlinked organizations in which this work was carried out; in case of the approval for publication the paper will not be published elsewhere in the same form, in English or any other language, including electronic form.

Submission form (application) for the publication of an article in a journal, filled up in accordance with the rules, should be sent to the following address: **19, Revolution av., 11 Voronezh 394000 Russia** and the electronic version of the paper with an attached manuscript file to an e-mail address vestnikvgta@mail.ru**.** Should specify the name of the first author of the article in the subject.

The electronic version of the paper should include: a file containing the text of the article, illustrations, tabular material in a separate file (if the amount of one table exceeds full page) and illustration (files in original format), preference is given to vector formats: eps, svg, ai, pdf.

If there are several authors, you must specify contact details of the authors to whom correspondence shall be addressed: address, phone / fax numbers and e-mail addresses.

The manuscript must be accompanied by a review from a specialist in this field, certified by signature and stamp.

Online application form is also available. The author can use the official website of the journal by completing registration at http://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/user/register).

All articles received by the editorial board of the journal "Proceedings of the VSUET", are subject to mandatory unilateral anonymous ("blind") review (the authors do not know the names of reviewers of the manuscript, and will receive a letter with comments, signed by the chief editor).

After passing the review procedure and the approval of an article for publication, the authors' names and their listed order cannot be changed (addition, deletion, rearrangement). When submitting the final version of the article, please make sure that the list of authors is a complete and listed in a proper order.

ATTENTION: The author is solely responsible for the accuracy and originality of the information provided in the article. All manuscripts are checked for the presence of borrowings using "Antiplagiat" system. All manuscripts are tested with ANTIPLAGIAT for testing electronic documents for originality and reveal plagiarisms. The manuscript must comprise at least 80% of originality; otherwise the manuscript will be returned without the right to be published. Upon detection of copyright infringement or plagiarism in already published articles, they will be invalidated in accordance with the rules of COPE.

Requirements for structure of the paper

Articles in the journal "Proceedings of the VSUET" are published in Russian with English summary. In agreement with the editors, the publication may be done entirely in English.

By agreement, the editors accept publication of the article in English.

Full article (tables, text, footnotes, headers, inserts in a foreign language, references, captions, etc..) must be typed on a computer: in accordance with journal template formatting styles for MS Word 2007-2016..

The volume of the article, including references and captions must not exceed: for work of a common significance: from 5 to 20 pages, for news reports to 3 pages.

The manuscript should be structured to the following plan:

- *Type of article (original article, review article, short message or letter);*
- *UDC (Universal Decimal classification);*
- *DOI - numeric identifier (provided by the editors available for an extra fee);*
- *Full title of the article;*

- *First name (full), patronymic name (initials) and surname (full) of the author (s) e-mail;*
- *Name of the department (for a university) / laboratory (for Scientific Research Institute), the full name of the workplace, city, country;*
- *Abstract;*
- *Keywords;*
- *For reference (filled automatically);*
- *Structured text of the article;*
- *Thanks / acknowledgements;*
- *List of resources used (bibliography);*
- *Information about the authors;*
- *Contribution;*
- *Conflict of interest.*

The English version of the article title, first name, patronymic initial and last name of the authors, the full names of all workplaces, structured summaries and keywords must be given below a resume and keywords in Russian.

The editors reserve the right to correct the translation. It is recommended to take the help of a professional translator to avoid mistakes in compiling the English version of resume.

REQUIREMENTS TO THE CONTENT

I THE TITLE PAGE INCLUDES:

Article type

UDK

DOI:

TITLE OF THE ARTICLE. Title of work should be as short as possible (no more than 120 characters), and should accurately reflect its content. It is important to avoid titles in the form of interrogative sentences, as well as titles with an ambiguous meaning. Must use only standard abbreviations (acronyms).Must not use acronyms in the title. Full term should precede the first use of the acronym in the text.

FIRST NAME (FULL), PATRONYMIC (INITIAL) AND SURNAME (FULL) OF AUTHOR (S).

For example: **Aleksey D. Ivanov[1],**

Ivan A. Petrov[2]

FULL NAME OF ALL ORGANIZATIONS to which the authors are related. If the authors work in different institutions, the relationship of each author with his organization should be shown by using uppercase numbers, for example:

Example: Department (Laboratory), University (scientific research institute), city, country.

II. THE MAIN TEXT OF THE ARTICLE

The manuscripts of original research are submitted under the standard international scheme (IMRAD format - Introduction, Methods, Results and Discussion) and article should reflect the following headings:

Introduction **-** outlines the current state of the problem and the urgency of the study. It is necessary to give a critical assessment of the literature related to the issue. This assessment differentiates outstanding issues. Clear defined goals and objectives must be determined, explaining further research in a particular area;

Materials and methods - a fairly detailed description of the work is given. Previously published methods should be accompanied by a reference note: the author describes the changes related to the subject.

The results and discussion - the results should be clear and concise. Give a convincing explanation of the results and their significance so as the reader can not only independently assess the methodological advantages and disadvantages of the study, but also replicate if necessary.

Conclusion summarizes the main results of the research. The author gives recommendations and guidance on possible areas of further research.

The name and contents of figures and tables (rows and columns) should be given as in both Russian and English languages.

III ACKNOWLEDGEMENTS:

(when available - in Russian and English). The author should list persons, organizations, foundations, etc., who contributed help for a research, work and so on. (E.g. financial aid, language (linguistic) aid assistance in writing articles or editing proofreading , etc.)

IV. *REFERENCES*

Cited bibliography must contain at least 10 sources. Self-citations are allowed no more than 20 percent. At least 50 percent of the sources from the bibliography should be published in the last five years, including in the journals indexed in databases ***ScienceDirect, Web of Science, Scopus, Science Index***. Only in case of need the references to earlier works are allowed. The bibliography does not include textbooks, regulatory and archival materials, statistical collections, newspaper notes without the author's name, monographs, abstracts and theses. In the cited literature, it is desirable to specify the sources with **DOI**.

Bibliography (list of resources) is presented in two ways:

1. Russian along with foreign sources in accordance with GOST 7.0.5-2008 (All Union State standard).

2. Transliterated in the Latin alphabet with the translation of source publications into English for the international identification system.

Style of links (references):

In the article, the number of a link is enclosed in square brackets and placed in line with the text. You can give the names of the authors, but the number(s) of the references must always be present. The reference numbers (numbers in brackets) shall be in the reference list in the order in which they appear in text.

Example:

«... as shown [3; 6] or Barnaby and Jones [8] obtained a different result ... "

The author is solely responsible for the accuracy of bibliographic sources, including the English translation.

1. Russian version - in accordance with *Appendix 1, 2*

References in the Russian version of the article are given in the original language. All references should be made uniformly: only a dot (full stop) without dashes between the parts of description. Symbols № and & are not used; for a number you should use Latin letter N with no point after it; double slash separates the description of a larger document, which refers to the fragment. You should not put dot (full stop) before the double slash // but spaces before and after the double slash // are required.

2. The English (REFERENCES) - in accordance with Harvard standard:

References in English are primarily necessary to track cited authors and journals. The correct description of the sources used in reference lists is the guarantee that the quoted publication will be taken into account when assessing the scientific work of its authors, and thus the organization, region and country. Quoting a journal determines its scientific level, the credibility, the effectiveness of its Editorial Board, etc.

The names of sources and works are specified in full, without abbreviations. The titles of monographs, collections of articles and conferences are transliterated into Latin alphabet, followed by an English translation in brackets. The website *http://www.translit.ru/* can be used for free transliteration of Russian text in Latin letters (version of BSI).

In the bibliography **(English version), it is not allowed** to use separating characters ***«//», «–»*** and ***«№»***

Instead of references to materials of theses and abstracts, it is recommended to include references to the original articles on the subject of the thesis, as the theses themselves are viewed as the manuscripts and are not printed sources.

VI. BASIC ETHICAL PRINCIPLES

Articles accepted for publication in the journal "Proceedings of the VSUET" must reveal the most significant, complete and previously unpublished research results.

To learn more on publication ethics and ethical standards for publication in the journal "Proceedings of the VSUET" please visit the website.: *http://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/about/editorialPolicies#custom-2*

The magazine «the Messenger ВГУИТ» leaves 4 times a year: № 1 – March; № 2 – June; № 3 – September; № 4 – December.

The article must be thoroughly checked and signed by all the authors. Name, middle name, last name, address, science degree, position, place of work, telephone number (office and home) E-mail, the person communicate to are pointed out on a separate sheet of paper.

Accompanying deeds should be applied on paper:

- The transmittal letter;
- An extract from the report of faculty meeting with paper recommendation for printing;
- The positive review of the leading scientist in the given area or a member of an editorial board of the series, authenticated by the signature and printing.

The question on paper publication, its deviation is solved by an editorial board of the log and ee the solution is definitive. In case of refund of paper for correction by representation date it is considered day of reception of the corrected text. Finishing term - no more than 1 month.

The materials mismatching given demands of registration, to the publication are not accepted. Manuscripts are not refunded to authors.

The pay for the publication of manuscripts is not raised from post-graduate students

VII. CONTACT INFORMATION

scientific and public journal "Proceedings of the VSUET"

If you have any questions, please contact the editorial office:

Anna A. Derkanosova - Ph.D., associate professor of department of Service and restaurant business, Head of the Centre for collective use "Control and management of energy efficient projects"

FSBEE HE "Voronezh state university of engineering technologies"

Tel.: 8 920 432 16 57

E-mail: vestnikvgta@mail.ru, aa-derk@yandex.ru

Address: 19, Revolution av., 11 Voronezh 394000 Russia

Appendix 1

ORDER OF DESCRIPTION OF LINKS IN RUSSIAN

JOURNAL ARTICLE:

(number of authors from 1 to 4):

Buyanova I.V., Imangalieva Zh.K. A unit for fine grinding of cottage cheese // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. № 3. P. 23–26.

(number of authors more than 4):

Semenov E.V., Babakin B.S., Voronin M.I., Belozerov A.G. et al. Mathematical modeling of the process of cooling a coolant with a system of frozen balls // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. № 4. P. 74–79.

ARTICLE WITH DOI:

(number of authors from 1 to 4):

Ilyukhina N.V., Kolokolova A.Yu. Patterns of Inhibition of *Salmonella* Culture // Bulletin of the Voronezh State University. 2018.V. 80. № 4. P. 209–212. doi: 10.20914 / 2310-1202-2018-4-209-212

(number of authors more than 4):

Sharova N.Yu., Printseva A.A., Manzhieva B.S., Vybornova T.V. et al. Hydrolytic enzymes in the processing of substandard starch-containing raw materials // Food Industry. 2019. № 4. P. 115–117. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10058

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS:

The content and technology of adult education: the problem of advanced education: collection of scientific papers / Institute for Adult Education Ros. Acad. education; under the editorship of A.E. Marona. M.: JOB, 2007.118 p.

MATERIALS OF CONFERENCES, FORUMS, MEETINGS, SEMINARS:

Tsvetkova I.I., Svodtseva I.A. An indicator approach to the assessment of personnel security in the system of economic security of an enterprise // Sustainable development of the socio-economic system of the Russian Federation: mat. XVII scientific and practical. conf., Gurzuf, Yalta, December 4, 2015. Simferopol: Arial, 2016. P. 110–112.

BOOK, MONOGRAPH:

(number of authors from 1 to 4):

Rumyantseva Z.P. Management of organizations. M.: Infra-M, 2015.432 p.

(number of authors more than 4):

Antipova L.V., Storulevtsev S.A., Uspenskaya M.E., Popova Y.A. et al. Integrated processing of rabbits: traditions and innovations: a monograph. Voronezh, 2017. 377 p.

DISSERTATION:

Ponomarenko Yu.A. Unconventional feeds and biologically active substances in the diets of broilers and laying hens: dis ... Dr. S.-kh. sciences. Sergiev Posad: VNITIP, 2017.443 p.

SUMMARY OF THE DISSERTATION

Ushakova A.S. Development of a comprehensive technology for processing dried fruit and berry raw materials: abstract of the diss....cand. tech. sciences. Kemerovo: Kemer. technol. Institute of Food Industry, 2017.22 p.

REGULATORY DOCUMENTS:

description order:

Title of an official document: information related to the title (decree, resolution), Date of adoption of the document / Title of publication. The year of publishing. Number of pages.

example:

GOST 5900–2014. Confectionery. Determination of the mass fraction of moisture and solids. M.: Standartinform, 2015. 8 p.

PATENT:

description order:

Designation of the type of document, number, name of the country, index of international classification of inventions. Title of invention / name of inventor, applicant, patent holder; Name of applicant institution. Registration number of the application; Date of application; Date of publication, information about the published document.

example:

7 Pat. no. 2689672, RU, A23L 5/00. The method of complex processing of soybean seeds with the allocation of protein-containing fractions / Chetverikova I.V., Shevtsov A.A., Tkach V.V., Serdyukova N.A. no. 2018107149; Appl. 26.02.2018; Publ. 01.07.2019. Bull. Number 19.

ELECTRONIC RESOURCE:

Lapidus L.V. Center of competence of digital economy. Association of citizens and organizations for the development of corporate education. URL: http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoj-ekonomiki/

Appendix 2

ENGLISH LANGUAGE DESCRIPTION PROCEDURE:

JOURNAL ARTICLE:

description order:

Surname I.O. author (transliteration). Translation of the title of the article into English. Translation of the source name into English. Year, volume, number, pages (from-to). An indication of the language of the article (in Russian) after the description of the article.

example**:**

(number of authors from 1 to 4):

Buyanova I.V., Imangalieva Zh.K. A unit for fine grinding of cottage cheese. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. no. 3. pp. 23–26. (in Russian).

(number of authors more than 4):

Semenov E.V., Babakin B.S., Voronin M.I., Belozerov A.G. et al. Mathematical modeling of the process of cooling a coolant with a system of frozen balls. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. no. 4. pp. 74–79. (in Russian).

ARTICLE WITH DOI:

(number of authors from 1 to 4):

Ilyukhina N.V., Kolokolova A.Yu. Patterns of Inhibition of Salmonella Culture. Bulletin of the Voronezh State University. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 209–212. doi: 10.20914 / 2310-1202-2018-4-209-212 (in Russian).

(number of authors more than 4):

Sharova N.Yu., Printseva A.A., Manzhieva B.S., Vybornova T.V. et al. Hydrolytic enzymes in the processing of substandard starch-containing raw materials. Food Industry. 2019. no. 4. pp. 115–117. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10058 (in Russian).

ARTICLE FROM ELECTRONIC JOURNAL:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. Journal of Computer Mediated Communication. 1999. vol. 5. no. 2. Available at: http://www. ascusc.org/ jcmc/vol5/ issue2/

ARTICLE FROM CONTINUING PUBLICATIONS (PROCEEDINGS):

Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints “steel-composite”. Proc. of the Bauman MSTU “Mathematical Modeling of Complex Technical Systems”. 2006. no. 593. pp. 125–130. (in Russian).

CONFERENCE MATERIALS:

Tsvetkova I.I., Svodtseva I.A. An indicator approach to the assessment of personnel security in the system of economic security of an enterprise. Sustainable development of the socio-economic system of the Russian Federation. Simferopol, Arial, 2016. pp. 110–112. (in Russian).

BOOK, MONOGRAPH:

(number of authors from 1 to 4):

Rumyantseva Z.P. Management of organizations: a monograph. Moscow, Infra-M, 2015. 432 p. (in Russian).

(number of authors more than 4):

Antipova L.V., Storublevtsev S.A., Uspenskaya M.E., Popova Ya.A. et al. Complex processing of rabbits: traditions and innovations: a monograph. Voronezh, 2017. 377 p. (in Russian).

DISSERTATION OR SUMMARY OF THE DISSERTATION:

Ushakova A.S. Development of a comprehensive technology for processing dried fruit and berry raw materials. Kemerovo, Kemer. Technol. Institute of Food Industry, 2017. 22 p. (in Russian).

GOST:

State Standard 5900–2014. Confectionery products. Determination of the mass fraction of moisture and dry matter. Moscow, Standartinform, 2015. 8 p. (in Russian).

PATENT:

Chetverikova I.V., Shevtsov A.A., Tkach V.V., Serdyukova N.A. The method of complex processing of soybean seeds with the allocation of protein-containing fractions. Patent RF, no. 2689672, 2019.

ELECTRONIC RESOURCE:

Lapidus L.V. Center of competence of digital economy. Association of citizens and organizations for the development of corporate education. Available at: http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoj-ekonomiki / (in Russian).