

ISSN 2226-910X

Вестник

*Воронежского
государственного*
**УНИВЕРСИТЕТА
ИНЖЕНЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**



2014

№

4

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

**ВЕСТНИК
ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**PROCEEDINGS
OF THE VORONEZH STATE
UNIVERSITY OF ENGINEERING
TECHNOLOGIES**

2014, № 4 (62)

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ОСНОВАН В 1938 ГОДУ
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД**

**Воронеж
2014**

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

Материалы журнала размещаются в БД РИНЦ (www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32905),
БД AGRIS [ФАО ООН] (<http://agris.fao.org/>) – выборочно,
ЭБС Лань (www.e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_cid=227&pl10_id=2217)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Председатель (Главный редактор):

ЧЕРТОВ Е.Д. *д-р техн. наук, проф., ректор ВГУИТ* (г. Воронеж)

Заместитель председателя (Зам. главного редактора):

АНТИПОВ С.Т. *заслуженный изобретатель РФ, д-р техн. наук, проф., проректор по научной и инновационной деятельности ВГУИТ* (г. Воронеж)

Члены редакционного совета:

АКСЕНОВА Л.М. *ак. РАН, д-р техн. наук* (г. Москва)
АНТИПОВА Л.В. *д-р техн. наук, проф.* (г. Воронеж)
БИТЮКОВ В.К. *д-р техн. наук, проф.* (г. Воронеж)
КОРНЕЕВА О.С. *д-р биол. наук, проф.* (г. Воронеж)
ЛИСИЦЫН А.Б. *ак. РАН, д-р техн. наук, проф.* (г. Москва)
ОСТРИКОВ А.Н. *д-р техн. наук, проф.* (г. Воронеж)
ПАНФИЛОВ В.А. *ак. РАН, д-р техн. наук, проф.* (г. Москва)
ПОЛЯКОВ В.А. *ак. РАН, д-р техн. наук, проф.* (г. Москва)
ПОПОВ Г.В. *д-р техн. наук, проф.* (г. Воронеж)
САЛИКОВ Ю.А. *д-р эконом. наук, проф.* (г. Воронеж)
СУХАНОВ П.Т. *д-р хим. наук, проф.* (г. Воронеж)
ХАРИТОНОВ В.Д. *ак. РАН, д-р техн. наук, проф.* (г. Москва)
ХАТКО З.Н. *д-р техн. наук, доцент* (г. Майкоп)
ХИЩКОВ И.Ф. *ак. РАН, д-р эконом. наук, проф.* (г. Воронеж)
ШУТИЛИН Ю.Ф. *д-р техн. наук, проф.* (г. Воронеж)

Международный состав:

БЕЗБОРОДОВ В.С. *д-р хим. наук, проф.* (Республика Беларусь)
ВЕЛЬО Ф. *D. Sc.* (UNIVAQ г. Аквила, Италия)
ДОРЕМШКИН О.Б. *д-р техн. наук, проф.* (Республика Беларусь)
ИЗТАЕВ А. *д-р техн. наук, проф.* (Казахстан)
КУЗЬМИЦКИЙ И.Ф. *канд. техн. наук, доцент* (Республика Беларусь)
МЕДВЕДКОВ Е.Б. *д-р техн. наук, проф.* (Казахстан)
ПРОКОПЧУК Н.Р. *д-р хим. наук, проф.* (Республика Беларусь)
УРБАНОВИЧ П.П. *д-р физ.-мат. наук, проф.* (Республика Беларусь)

Chairman (Editor-in-chief):

CHERTOV E.D. *D. Sc.* Rector of VSUET (Russia)

Vice-chairman:

ANTIPOV S.T. *D. Sc.*, Honored inventor of the Russian Federation, Vice President for Science and Innovation VSUET (Russia)

Members of editorial council:

AKSENOVA L.M. *D. Sc.* (Russia)
ANTIPOVA L.V. *D. Sc.* (Russia)
BITYUKOV V.K. *D. Sc.* (Russia)
KORNEEVA O.S. *D. Sc.* (Russia)
LISITSYN A.B. *D. Sc.* (Russia)
OSTRIKOV A.N. *D. Sc.* (Russia)
PANFILOV V.A. *D. Sc.* (Russia)
POLYAKOV V.A. *D. Sc.* (Russia)
POPOV G.V. *D. Sc.* (Russia)
SALIKOV Yu.A. *D. Sc.* (Russia)
SUHANOV P.T. *D. Sc.* (Russia)
HARITONOV V.D. *D. Sc.* (Russia)
HATKO Z.N. *D. Sc.* (Russia)
HITSKOV I.F. *D. Sc.* (Russia)
SHUTILIN Yu.F. *D. Sc.* (Russia)

International Editorial Council:

BEZBORODOV V.S. *D. Sc.* (Republic of Belarus)
VELHO F. *D. Sc.* (Italy)
DORMESHKIN O.B. *D. Sc.* (Republic of Belarus)
IZTAEV A. *D. Sc.* (Kazakhstan)
KUZMITSKY I.F. *Ph. D.* (Republic of Belarus)
MEDVEDKOV E.B. *D. Sc.* (Kazakhstan)
PROKOPCHUK N.R. *D. Sc.* (Republic of Belarus)
URBANOVICH P.P. *D. Sc.* (Republic of Belarus)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ РУБРИК

Процессы и аппараты пищевых производств

ОСТРИКОВ А.Н. (гл. ред.), КАЛАШНИКОВ Г.В. (зам. гл. ред.), АБРАМОВ О.В., АНТИПОВ С.Т., ВАСИЛЕНКО В.Н., КОРНИЕНКО Т.С., КРАВЧЕНКО В.М., КРАСОВИЦКИЙ Ю.В., КРЕТОВ И.Т., ЛЫТКИНА Л.И., РОДИОНОВА Н.С., ШАХОВ С.В., ШИШАЦКИЙ Ю.И.

Информационные технологии, моделирование и управление

БИТЮКОВ В.К. (гл. ред.), ХАУСТОВ И.А. (зам. гл. ред.), АБРАМОВ Г.В., АВЦИНОВ И.А., БУГАЕВ Ю.В., КОЛОДЕЖНОВ В.Н., КУДРЯШОВ В.С., ЛЕБЕДЕВ В.Ф., ПОПОВ Г.В., ТИХОМИРОВ С.Г., ХВОСТОВ А.А., ШИТОВ В.В.

Пищевая биотехнология

АНТИПОВА Л.В. (гл. ред.), СЛОБОДЯНИК В.С. (зам. гл. ред.), БЕССОНОВА Л.П., ГОЛУБЕВА Л.В., ДВОРЯНИНОВА О.П., МАГОМЕДОВ Г.О., ПОНОМАРЁВА Е.И., СУЛЕЙМАНОВ С.М., УСПЕНСКАЯ М.Е., ШЕВЦОВ А.А.

Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология

ШУТИЛИН Ю.Ф. (гл. ред.), КУЧМЕНКО Т.А. (зам. гл. ред.), ЖУЧКОВ А.В., КАРМАНОВА О.В., КОРЧАГИН В.И., МОКШИНА Н.Я., НИКУЛИН С.С., НИФТАЛИЕВ С.И., ПАНОВ С.Ю., СУХАНОВ П.Т., ФИЛИМОНОВА О.Н.

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

КОРНЕЕВА О.С. (гл. ред.), ГОЛЫБИН В.А. (зам. гл. ред.), БОЛОТОВ В.М., ГОЙКАЛОВА О.Ю., ГРИГОРОВ В.С., ГРОМКОВСКИЙ А.И., КУЛЬНЕВА Н.Г., ЧЕРЁМУШКИНА И.В., ЧЕРЕНКОВ Д.А., ШУВАЕВА Г.П.

Экономика и управление

ХОРЕВ А.И. (гл. ред.), ВОРОНИН В.П. (зам. гл. ред.), БАУТИН В.М., БОГОМОЛОВА И.П., ЖУРАВЛЕВ Ю.В., ОВЧИННИКОВА Т.И., ПАДАЛКИН В.Ю., ПАХОМОВ А.И., ПОДМОЛОДИНА И.М., САЛИКОВ Ю.А.

Официальный сайт «Вестник ВГУИТ» www.vestnik.vsu.ru

Подписной индекс издания в агентстве "Роспечать" 70927

Ответственный секретарь: ДЕРКАНОСОВА А.А. (эл. почта: vestnikvgta@mail.ru)

Учредитель: ФГБОУ ВПО «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 ВПО «ВГУИТ»
394036, Воронеж, пр. Революции, 19
тел./факс: (473) 255-37-16

Сдано в набор 11.11.2014. Подписано в печать 26.11.2014.
Формат 70×100 1/8.
Усл. печ. л. 27,6 Тираж 1500 экз. Заказ. С. – 304.
Цена – свободная.

© ФГБОУ ВПО
«Воронеж. гос. ун-т инж.
технол.», 2014

CONTENTS

PROCESSES AND APPARATUSES OF FOOD ENGINEERING

- Panfilov V.A.** Agro-food technology: the effect of the complex system. Part II
Kalashnikov G.V., Litvinov E.V. Thermal analysis of the resource-saving technology of fruit chips manufacture
- Shishatskii Yu.I., Plyukha S.Yu., Ivanov S.S., Nikel S.A.** Practical proposals as a result of theoretical and experimental studies of the process of extraction from raw materials of plant origin
- Pribytkov A.V., Martekha A.N., Toroptsev V.V.** Determination of thermophysical properties of fermented wheat raw materials in the study of processes of heat- and mass transfer
- Dutkiewicz D., Fatykhov Iu.A., Dowgiullo A.** About dependence of physical properties of food raw materials and ways for realization of processes based on system approach
Afanas'ev V.A., Denisov O.V. Working out of technology of preparation premix and the equipment for its realization
- Dem'ianov V.D.** Exergy analysis of production line candied fruit
Antipov S.T., Ovsyannikov V.Iu., Kondrateva Ia.I. Kinetics of the process of concentration by freezing the cherry juice
- Iurova I.S., Kuznetsov I.V., Shakhov S.V., Mateev E.Z.** Drum dryer for drying the particulate products
- Antipov S.T., Shakhov S.V., Zhigulina M.O.** Introduction of the principles of a sustainable development production of biodegradable packing from secondary material resources of food productions

INFORMATION TECHNOLOGIES, MODELLING AND CONTROL

- Bitiukov V.K., Khvostov A.A., Rebrikov D.I., Merzlikin V.E.** Automated processing of dairy product microphotos using ImageJ and Statistica
- Chertov E.D., Vasechkin M.A., Davydov O.Iu., Egorov V.G.** Modeling of kinematics of a plastic shaping at calibration of a thin-walled precision pipe sin king
- Lebedev V.F., Podkopaeva S.V., Khromykh E.A.** Distribution of the mixture through the reactors cascade in the production of low molecular copolymers of butadiene with styrene
Blagoveshchenskaia M.M., Kozlovskaiia A.E., Krylova L.A., Blagoveshchenskii I.G. Model of quality management of technological processes of the grain processing and mill enterprises
- Skrypnikov A.V., Dorokhin S.V., Chistiakov A.G., Chernyshova E.V.** Model car traffic on sections of roads with limited visibility
Khaustov I.A. The polymers solution degradation control on the basis of initiator fractional loading
- Skrypnikov A.V., Dorokhin S.V., Chistiakov A.G., Glazkova E.V.** Algorithm of statistical processing of measurement results areas of forest roads using test-measuring system

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

- Панфилов В.А.** Аграрно-пищевая технология: эффект системного комплекса. Часть II
Калашников Г.В., Литвинов Е.В. Тепловой анализ ресурсосберегающей линии производства фруктовых чипсов
- Шишацкий Ю.И., Плюха С.Ю., Иванов С.С., Никель С.А.** Практические предложения как результат теоретических и экспериментальных исследований процесса экстрагирования из сырья растительного происхождения
- Прибытков А.В., Мартеха А.Н., Торопцев В.В.** Определение теплофизических характеристик ферментированного пшеничного сырья при исследовании процессов тепло- и массообмена
- Дуткевич Д., Фатыхов Ю.А., Довгалло А.** О взаимосвязи физических свойств пищевого сырья и способов реализации процессов на основе системного подхода
Афанасьев В.А., Денисов О.В. Разработка технологии приготовления премиксов и оборудования для ее реализации
- Демьянов В.Д.** Эксергетический анализ технологической линии производства фруктовых цукатов
Антипов С.Т., Овсянников В.Ю., Кондратьева Я.И. Кинетика процесса концентрирования вымораживанием вишневого сока
- Юрова И.С., Кузнецов И.В., Шахов С.В., Матеев Э.З.** Барабанная сушилка для обезвоживания дисперсных продуктов
- Антипов С.Т., Шахов С.В., Жигулина М.О.** Внедрение принципов устойчивого развития производства биоразлагаемой упаковки из вторичных материальных ресурсов пищевых производств

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

- Битюков В.К., Хвостов А.А., Ребриков Д.И., Мерзликин В.Е.** Автоматизация обработки микрофотографий молочных продуктов с использованием ImageJ и Statistica
- Чертов Е.Д., Васечкин М.А., Давыдов О.Ю., Егоров В.Г.** Моделирование кинематики пластического течения при калибровке тонкостенной прецизионной трубы обжатием
- Лебедев В.Ф., Подкопаева С.В., Хромых Е.А.** Распределение шихты по реакторам каскада в производстве низкомолекулярных сополимеров бутадиена со стиролом
Благовещенская М.М., Козловская А.Э., Крылова Л.А., Благовещенский И.Г. Модель управления качеством технологических процессов зерноперерабатывающих и мельничных предприятий
- Скрыпников А.В., Дорохин С.В., Чистяков А.Г., Чернышова Е.В.** Модель движения автомобилей на участках дорог с ограниченной видимостью
Хаустов И.А. Управление процессом деструкции полимеров в растворе на основе дробной загрузки инициатора
- Скрыпников А.В., Дорохин С.В., Чистяков А.Г., Глазкова Е.В.** Алгоритм статистической обработки результатов измерений участков лесных автомобильных дорог с помощью контрольно-измерительного комплекса

FOOD BIOTECHNOLOGY

- Antipova L.V., Semikopenko N.I.** Innovative way to stun poultry in a controlled gaseous environment
- Rodionova N.S., Alekseeva T.V.** The modern theory and technology of production, processing and use of the products of complex processing of wheat germ
- Magomedov G.O., Zhuravlev A.A., Shevyakova T.A., Plotnikova I.V.** Rheological deformation behavior model of sugar dough in the conditions of monoaxial compression
- Labutina N.V., Sidorenko Iu.I.** Scientific and practical basis for the development of new products for school feeding
- Zhukov I.V., Ushkova A.A.** Analysis of biochemical status of cattle imported breeding
- Dudin G.P., Zhilin N.A., Grebneva S.S.** The stimulating effect of laser red light, far red light and sodium carbonate at the initial stages of barley ontogenesis
- Magomedov G.O., Shevtsov A.A., Ostrikova E.A.** Development of technology for fondant candies with the enhanced nutritional value on the basis of roasted semi finished chicory
- Novikova I.V., Korotkikh E.A., Agafonov G.V., Yakovleva S.F.** Microbiological aspects of beverages technology based on the powdered malt extracts
- Belokurova E.V., Kostiukova M.A., Kurova M.A.** The development of technology cupcakes using additives rosehip may (Rosa majalis)

FUNDAMENTAL AND APPLIED CHEMISTRY, CHEMICAL TECHNOLOGY

- Firsova A.V., Karmanova O.V., Glukhovskoi V.S., Zemskii D.N.** Study of the effect of mixed alkoxides oxypropylated aromatic secondary amines on the structure of diene polymers
- Bondareva L.P., Kornienko T.S., Ovsianikova D.V., Grigorova E.V.** Sorption of amino acids on phosphate cation exchangers
- Astapov A.V., Peregudov Iu.S., Lygina L.V.** Hydration and dehydration of cadmic and nickel forms of sulfur-containing ion-exchange fiber
- Sedykh V.A., Zhychkov V.V., Tarasova A.L., Sherbak N.V.** The study of the technical properties of membranes high-styrene thermoplastic elastomer
- Buria A.I., Tkachenko E.V., Shutilin Iu.F.** Creation and study of the properties of organic plastics based on polyamide, reinforced polyimide fibers
- Salikov P.Iu., Shapovalov Iu.N., Shutilin Iu.F.** The role of intramolecular energy ties in the pyrolysis process of PET
- Niftaliev S.I., Kozaderova O.A., Kim K.B., Veglio F.** Electrodialysis in the conversion step of the concentrated salt solutions in the process of battery scrap

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

- Антипова Л.В., Семикопенко Н.И.** Инновационный способ оглушения птицы в контролируемой газовой среде
- Родионова Н.С., Алексеева Т.В.** Современная теория и технология получения, обработки и применения продуктов комплексной переработки зародышей пшеницы
- Магомедов Г.О., Журавлев А.А., Шемякова Т.А., Плотникова И.В.** Реологическая модель деформационного поведения сахарного теста в условиях одноосного сжатия
- Лабутина Н.В., Сидоренко Ю.И.** Научно-практические основы разработки новых продуктов для школьного питания
- Жуков И.В., Ушкова А.А.** Анализ биохимического состояния крупного рогатого скота импортной селекции
- Дудин Г.П., Жилин Н.А., Гребнева С.С.** Стимулирующий эффект лазерного красного света, дальнего красного света и карбоната натрия на первоначальных этапах онтогенеза ячменя
- Магомедов Г.О., Шевцов А.А., Острикова Е.А.** Разработка технологии помадных конфет повышенной пищевой ценности на основе обжаренного цикорного полуфабриката
- Новикова И.В., Коротких Е.А., Агафонов Г.В., Яковлева С.Ф.** Микробиологические аспекты технологии напитков на основе порошкообразных солодовых экстрактов
- Белокурова Е.В., Костиюкова М.А., Курова М.А.** Разработка технологии кексов с использованием добавок из плодов шиповника майского (Rosa majalis)

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Фирсова А.В., Карманова О.В., Глуховской В.С., Земский Д.Н.** Изучение влияния смешанных алколятов оксипропилированных ароматических вторичных аминов на структуру диеновых полимеров
- Бондарева Л.П., Корниенко Т.С., Овсянникова Д.В., Григорова Е.В.** Сорбция ионов аминокислот фосфорнокислыми катионообменниками
- Астапов А.В., Перегудов Ю.С., Лыгина Л.В.** Гидратация и дегидратация кадмиевой и никелевой форм сульфосодержащего ионообменного волокна
- Седых В.А., Жучков А.В., Тарасова А.Л., Щербак Н.В.** Изучение технических свойств оболочек высокостирольного термоэластопласта
- Буря А.И., Ткаченко Э.В., Шутилин Ю.Ф.** Создание и исследование свойств органопластиков на основе полиамидов, армированных полиамидными волокнами
- Саликов П.Ю., Шаповалов Ю.Н., Шутилин Ю.Ф.** Роль энергии внутримолекулярных связей в процессах пиролиза ПЭТФ
- Нифталиев С.И., Козадерова О.А., Ким К.Б., Вельо Ф.** Применение электродиализа для получения кислоты и щелочи из концентрированного раствора сульфата натрия

BIOTECHNOLOGY, BIONANOTECHNOLOGY AND SUGAR PRODUCTS TECHNOLOGY

- Magomedov G.O., Magomedov M.G., Pushkar' V.V.** Chips from sugar beet 179
- Artiukhova S.I., Tolstoguzova T.T.** Biotechnology bioproducts "Healing-1" 183
- Kul'neva N.G., Goikalova O.Iu., Shmatova A.I.** Investigation of bacteriostatic properties of chlorinated compounds for beet-sugar industry 187
- Grigorov V.S., Iakovlev A.N., Iakovleva S.F., Kovaleva T.S.** Biosynthesis of glucoamylase, amino acids, fatty acids, lipids by thermotolerant and mesophilic strains of the genus *Aspergillus* at different temperatures 191
- Zelepukin Iu.I., Zelepukin S.Iu., Golybin V.A., Fedoruk V.A., Tkachev A.A.** Improving the quality of sugar at the expense of intensification sulphitation intermediates of sugar production 195
- Golev I.M., Sanin V.N., Titov S.A., Korotkov L.N.** Electrical equivalent circuit of biological objects of vegetable 199
- Meshcheriakova O.L., Novikova Iu.S., Anokhina E.P., Korneeva O.S.** Preparation and characterization based on immobilized biocatalysts glycosidases 206
- Shuvaeva G.P., Korneeva O.S., Mal'tseva O.Iu., Sviridova T.V.** Production, properties and application of *Saccharomyces cerevisiae* VGSh-2 inulinase 213

ECONOMICS AND MANAGEMENT

- Khorev A.I., Lutchenko T.V.** The essence of strategy development company in the integrated structure 220
- Podmolodina I.M., Avtsinov O.I.** Increase the investment attractiveness of the region: the experience of the Voronezh region 226
- Serebriakova N.A., Simonova E.V.** The directions of improvement of a competition policy on the basis of development of contract forms of joint activity of small and large business 231
- Bogomolova I.P., Magomedov K.G.** Cost-effectiveness of innovative technologies baking industry 237
- Panov S.Iu., Himwiinga M., Zinkovskii A.V.** Feasibility study of gas treatment plant based on an ejector scrubber 241
- Sibirskaja E.V., Simonova E.V.** Typology of ensuring competitiveness of small innovative and large business 246
- Latynin D.S.** Formation innovatively focused infrastructure of the grain market 254
- Briantseva L.V., Polozova A.N., Sovik L.E.** System management of development the processing agrarian and industrial complexes organizations 260
- Grishchenko N.V.** Methods of evaluating the economic efficiency of formation of corporate entities in the food industry 267
- Efimov A.B., Grineva M.N.** The problem of ensuring food security of Russia and its solutions 274
- Lutchenko T.V.** The approach of strategy development company in the integrated structure 279
- Liuft M.S.** Credit assembly-line as a way to reduce the unfair behavior risk of bank employees 286
- Lukin D.N., Andreev N.R.** On the issue of import substitution of deep processing products from grain and potato 291

БИОТЕХНОЛОГИЯ, БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ САХАРИСТЫХ ПРОДУКТОВ

- Магомедов Г.О., Магомедов М.Г., Пушкар' В.В.** Чипсы из сахарной свеклы 179
- Артиухова С.И., Толстогузова Т.Т.** Биотехнология биопродуктов «Целебный-1» 183
- Кульнева Н.Г., Гойкалова О.Ю., Шматова А.И.** Исследование бактериостатических свойств хлорсодержащего препарата для свеклосахарного производства 187
- Григоров В.С., Яковлев А.Н., Яковлева С.Ф., Ковалева Т.С.** Биосинтез глюкоамилаз, аминокислот, жирных кислот липидов термотолерантным и мезофильным штаммами рода *Aspergillus* при различных температурах 191
- Зелепукин Ю.И., Зелепукин С.Ю., Голыбин В.А., Федорук В.А., Ткачев А.А.** Повышение качества сахара-песка за счет интенсификации сульфитации полупродуктов сахарного производства 195
- Голев И.М., Санин В.Н., Титов С.А., Коротков Л.Н.** Электрическая эквивалентная схема биологических объектов растительного происхождения 199
- Мещерякова О.Л., Новикова Ю.С., Анохина Е.П., Кorneева О.С.** Получение и характеристика биокатализаторов на основе иммобилизованных гликозидаз 206
- Шуваева Г.П., Корнеева О.С., Мальцева О.Ю., Свиридова Т.В.** Получение, свойства и применение инулиназы *Saccharomyces cerevisiae* ВГШ-2 213

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Хорев А.И., Лутченко Т.В.** Сущность стратегии развития предприятия, входящего в интегрированную структуру 220
- Подмолодина И.М., Авцинов О.И.** Повышение инвестиционной привлекательности региона: опыт Воронежской области 226
- Серебрякова Н.А., Симонова Е.В.** Направления совершенствования конкурентной политики на основе развития контрактных форм совместной деятельности малого и крупного бизнеса 231
- Богомолова И.П., Магомедов К.Г.** Экономическая эффективность инновационных технологий хлебопекарной промышленности 237
- Панов С.Ю., Химвинга М., Зинковский А.В.** Технико-экономическая оценка газоочистной установки на основе эжекторного скруббера 241
- Сибирская Е.В., Симонова Е.В.** Типология обеспечения конкурентоспособности малого инновационного и крупного бизнеса 246
- Латынин Д.С.** Формирование инновационно ориентированной инфраструктуры зернового рынка 254
- Брянцева Л.В., Полозова А.Н., Совик Л.Е.** Системное управление развитием перерабатывающих организаций АПК 260
- Грищенко Н.В.** Методика оценки экономической эффективности формирования корпоративных образований в пищевой промышленности 267
- Ефимов А.Б., Гринева М.Н.** Проблема обеспечения продовольственной безопасности России и пути ее решения 274
- Лутченко Т.В.** Подход к формированию стратегии предприятия, входящего в интегрированную структуру 279
- Люфт М.С.** Кредитный конвейер как способ снижения риска недобросовестного поведения сотрудников банка 286
- Лукин Д.Н., Андреев Н.Р.** К вопросу импортозамещения продуктов глубокой переработки зерна и картофеля 291

УДК 631.5

Профессор В.А. Панфилов

(Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева) кафедра процессов и аппаратов перерабатывающих производств.
тел. +7 (499) 977-92-73

Professor V.A. Panfilov

(Russian state agrarian university ICCA named after K.A. Timiriáz'ev)
Department of processes and apparatus of processing industries.
phone +7 (499) 977-92-73

Аграрно-пищевая технология: эффект системного комплекса. Часть II

Agro-food technology: the effect of the complex system. Part II

Реферат. Развитие технологий продуктов питания в последние два десятилетия столкнулось с новым негативным явлением. Дело в том, что данный период - время стагнации производства отечественных продуктов питания, массового их импорта, а также импорта техники для сельскохозяйственных, перерабатывающих и пищевых технологий. Все это значительно снижает продовольственную безопасность России. Одна из причин такого состояния в производстве продуктов питания есть методологический кризис в науке и инженерии АПК страны. Диалектический метод рассматривает категорию "система" во всех ее аспектах, поэтому системный подход к решению проблем АПК России - это не дань моде, а необходимость именно такого подхода к созданию технологических комплексов. Эффект же, выигрыш, возникает при построении этой высшей формы организации технологических систем. Системный подход должен вскрывать причины возникновения больших систем и наиболее крупной их формы - комплексов, показывать историческую неизбежность их становления, диалектический процесс развития этих молодых, но высокоэффективных технологических формирований. Нам надо понять и уяснить, что системные технологические комплексы в АПК - один из важнейших факторов прогресса в науке о производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Системные технологические комплексы обладают совершенно новыми свойствами не характерными ни для технологий производства растительной и животноводческой продукции, ни для многочисленных технологий ее переработки. Таким образом, комплекс создается для получения существенного прироста эффективности в производстве продуктов питания. Цель статьи - вскрыть и проанализировать эффект системного комплекса, возникающий под действием различных системообразующих факторов при объединении в единое целое производящих и перерабатывающих технологий АПК России.

Summary. Development of food technology in the last two decades, faced with a new negative phenomenon. The fact that this period - the time of stagnation of domestic production of food, the mass of imports and import equipment for the agricultural, processing and food technology. This significantly reduces the food security of Russia. One reason for this state of food production has methodological crisis in science and engineering, agribusiness country. The dialectical method considers the category of "system" in all its aspects, so a systematic approach to problem solving AIC Russia - this is not a fad, but the need for such an approach to the creation of technological systems. The effect of the same prize, arises in the construction of the highest forms of technological systems. Systematic approach should reveal the cause of the large systems, and the largest of their shape - complexes show the historical inevitability of their formation, dialectical process of development of these young but highly efficient units. We need to understand and realize that the system technological systems in agriculture - one of the most important factors of progress in the science of the production and processing of agricultural products. System process systems have completely new properties are not typical for either production technology of plant and animal products, nor for many of its processing technology. Thus, the complex is created for significant efficiency gains in food production. The purpose of the article - to reveal and analyze the effect of a complex system arising under the influence of various system factors, when combined into a single unit producing and processing agricultural technologies Russia.

Ключевые слова: АПК, системный подход, технологический комплекс.

Key words: AIC, systematic approach, technological complex.

Системный комплекс: диалектика развития

Из изложенного в первой части данной статьи [3] можно сделать вывод о том, что речь идет о новой организации производства продуктов питания. Нет, это не так. Как известно, новое есть хорошо забытое старое, но на очередном диалектическом витке. Еще в Совет-

ском Союзе решениями майского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС эта форма межорганизационной, межотраслевой кооперации была закреплена в создании агропромышленных объединений, включающих в себя не только совхозы и колхозы, но и перерабатывающие предприятия.

© Панфилов В.А., 2014

Более того, Пленум принял решение о развитии этой формы интеграции производства на уровне областей, республик и страны в целом. Таким образом, сырьевая сельскохозяйственная база присоединялась к перерабатывающей и пищевой промышленности. Так, союзно-республиканское объединение "Молдплодоовощпром" включало 103 предприятия занятых выращиванием сельскохозяйственной продукции, его переработкой и торговлей. То есть все эти предприятия образовали одну оргсистему. К 1990 году в Советском Союзе действовало более 8 тысяч межхозяйственных агропромышленных предприятий и объединений.

Сегодня речь идет о создании подобных системных комплексов, но на совершенно иной технологической и технической базе. Должны быть созданы сквозные аграрно-пищевые технологии.

Дело в том, что в упомянутой оргсистеме технологические проблемы перерабатывающих и пищевых производств решались за счет адаптации технологических свойств сельскохозяйственной продукции к процессам в машинах, аппаратах и биореакторах путем отбора из общего количества сырья части, подходящей по кондициям. В сквозных аграрно-пищевых технологиях под адаптацией сельскохозяйственного производства к перерабатывающим и пищевым технологиям понимается не отбор части произведенной сельскохозяйственной продукции, а ее производство с заранее оговоренными параметрами и допусками на них. Именно узкие допуски на входные параметры технологических процессов перерабатывающих и пищевых производств при высокой технологической дисциплине и обеспечивают эффект системного комплекса в виде:

- расширения адресности производства сельскохозяйственной продукции;
- усиления технологичности свойств сельскохозяйственного сырья (сокращение и упрощение операций по переработке, повышение готовности технологических процессов к автоматизации);
- обеспечения прижизненного формирования качества продуктов питания;
- реализации прослеживаемости безопасности потребления продуктов питания;
- расширения сети малых перерабатывающих и пищевых предприятий и приближения их к местам производства сельхозсырья;
- развития кооперативных форм организации труда;

- повышения технологической дисциплины в сельскохозяйственном производстве, перерабатывающей и пищевой промышленности;

- развития ресурсосбережения и экологичности процессов по всей технологической цепочке.

Таким образом, создание системного комплекса "Аграрно-пищевая технология" позволяет разрешить полностью или частично основное техническое противоречие любого производства: "производительность - качество". Одним из условий существования такого комплекса является кооперирование существующих фермерских хозяйств и создание крупных сельскохозяйственных промышленных предприятий на новой технологической и технической базе.

Вопросы создания системного комплекса "Аграрно - пищевая технология"

Перерабатывающая часть системного комплекса "Аграрно - пищевая технология" уже достаточно строго организована в технологический поток и функционирует на заводах, фабриках, комбинатах и других крупных предприятиях при минимальном количестве внешних возмущающих факторов и высоком уровне механизации и автоматизации, что нельзя сказать о части комплекса производящей растительное и животное сырье. По этой причине совершенно необходимо организовать производство сельскохозяйственной продукции на промышленной основе. В сельском хозяйстве закономерности, описывающие строение, функционирование и развитие технологических процессов гораздо сложнее, чем закономерности технологических процессов на перерабатывающих и пищевых предприятиях и носят преимущественно вероятностный характер. Это обуславливается особенностями главного средства производства – земли с ее сильно изменяющейся от погодных условий отдачей. Растения и животные также имеют свои биологические особенности роста и развития. Поэтому решение проблемы производства стабильной по качеству и количеству сельскохозяйственной продукции следует искать в создании принципиально новых технологий индустриального типа, что потребует в свою очередь создания новых высокоурожайных культур растений и новых высокопродуктивных пород животных.

В основе индустриальных технологий растениеводческой продукции должна лежать организация стройной системы обработки почвы, внесения удобрений, точного посева, механизированного ухода за посевами, борьбы с болезнями и вредителями, уборки урожая и его хране-

ния. При этом точный высев семян становится возможным лишь после их специальной обработки: сортирования, шлифования, калибрования, дражжирования с приданием им шарообразной формы. Именно с точного, а порой прецизионного по агротехническим параметрам высева должна начинаться аграрно-пищевая технология продуктов питания из растительного сырья, имеющая узкие допуски параметров всех ведущих производственных процессов вплоть до процесса упаковки готовой продукции.

В основе индустриальных технологий животноводческой продукции должна лежать организация автоматизированных процессов содержания животных, чтобы человек был занят не обслуживанием животных, а обслуживанием автоматизированных производственных систем. Такая технология приводит к понятию "ферма - завод", когда сельскохозяйственный труд приобретает черты труда заводского, а производство животноводческой продукции ведется в едином производственно-технологическом цикле.

Таким образом, индустриализация полей и ферм должна внести коренные качественные изменения в технологии производства сельскохозяйственной продукции. Конечно, в сельскохозяйственном производстве есть специфические особенности, не устранимые ничем, которые не позволяют в полной мере реализовать известные модели цехов перерабатывающих или пищевых предприятий. Дело в том, что важнейшей частью технологических процессов в растениеводстве и животноводстве являются биологические процессы, свойственные растительному и животному миру. Поэтому ведущие производственные процессы по своей интенсивности и продолжительности определяются не только особенностями механических, гидромеханических, тепломассообменных и биохимических процессов, но и циклическим изменением состояния почвы, обусловленным сменой времен года и зональных факторов, а также особенностями фаз биологического и физиологического развития живых организмов.

Системный комплекс: индустриализация сельскохозяйственной части

Каким же образом придать технологиям сельскохозяйственного производства индустриальный облик? Ответ на этот вопрос дает академик РАСХН Леонид Владимирович Погорелый, в 1991-2003 годах директор Украинского научно-исследовательского института по прогнозированию и испытанию техники и технологий для сельскохозяйственного производства [2].

В конце XX века в нашей стране были получены важные исходные предпосылки для проектирования агробиозаводов и агрозоофабрик. Их цель наряду с высоким уровнем механизации и автоматизации производственных процессов – более полное использование природных факторов (гумуса, воды, теплоты, чистой энергии, потенциальных свойств растений и животных и др.), повышение культуры земледелия и животноводства, снижение многочисленных потерь и, в конечном счете, увеличение производства сельскохозяйственной продукции.

В полеводстве такой путь возможен, если отойти от традиционной тяговой концепции трактора. Эта концепция функции мобильного энергетического средства должна быть радикально изменена: рабочие энергомашины должны быть преобразованы в носители и передатчики энергии рабочим органам и машинам, передвигающимся по специальной колее или искусственным дорожкам. Одним из направлений развития заводской модели полеводства является создание мостовых мобильных систем. Это не что иное, как передвижной сельскохозяйственный завод. Его корпус из сверхлегких металлоконструкций и пластика возвышается над землей на три метра. По полю он может передвигаться с помощью электрофицированной автоматизированной ходовой системы. В его рабочих модулях смонтированы машины для всего цикла работ по возделыванию и уборке конкретных сельскохозяйственных культур. Здесь же на обрабатываемом участке оборудуются хранилища для урожая, кормов, а также проложены пути для технологического и технического обслуживания и вывоза продукции. Рациональная обслуживаемая площадь - несколько тысяч, а в степных районах - десятки тысяч гектаров. Автоматизированные мобильные агрокомплексы (как аграрная часть системного комплекса "Аграрно - пищевая технология") могут быть использованы для массового гарантированного (с орошением) производства растениеводческой продукции (зерна, овощей, фруктов, ягод, кормовых и технических культур). Это техническое решение позволяет производить обработку поля в двух взаимно перпендикулярных направлениях без разворота несущей фермы.

Такими же изысканиями занимаются специалисты в Англии, Австралии и Японии, в частности, для выращивания программированных урожаев риса.

Заводские тенденции развития аграрной части системного комплекса "Аграрно-пищевая технология" свойственны и промышленному животноводству. Заводами и фабриками животноводческие комплексы могут стать благодаря внедрению прогрессивных технологий на основе комплексной механизации и автоматизации поточных методов производства и современных систем управления. Сходство данной концепции организации сельскохозяйственного предприятия с концепцией промышленного перерабатывающего предприятия обеспечивается за счет высокой концентрации производства при его узкой специализации. На таких животноводческих комплексах, помимо обязательных водопровода, канализации, электро- и теплоснабжения, линий связи, создаются системы для доставки кормов, удаления навоза и других отходов, отправки готовой продукции, быта животноводов. Особенность индустриальной технологии производства продуктов животноводства заключается в тесном переплетении технологических процессов с биологическими. И здесь важнейшее значение имеет внедрение достижений в генетике, селекции, ветеринарии, микробиологии и других наук. Неотъемлемым элементом промышленной технологии в животноводстве становится эффективная переработка не только молока и мяса, но и побочной продукции - навоза, имеющего большое значение для производства полноценных органических удобрений и биогаза.

За рубежом разрабатываются технологические, технические и экономические аспекты строительства многоэтажных животноводческих зданий, что представляет интерес для пригородных районов. В птицеводстве эта задача практически решена – разработан проект 5-этажного птичника на 6 млн. бройлеров в год. Специалисты полагают, что в перспективе можно будет создать молочные предприятия на 4, 8, 16 тысяч коров. А в США разработан проект "молочного городка" – гигантского объединения с продуктивным поголовьем свыше 30 тысяч животных. Специалисты шведской фирмы "Альфа-Лаваль", прогнозируя развитие индустриальных методов производства молока, проектируют многоэтажные молочные комплексы вместимостью от 30 до 40 тысяч коров продуктивностью 10 тысяч килограммов молока в год. В составе предприятия предусматриваются моноблок из восьми пятиэтажных Т-образных зданий (секций коровников), комбикормовый завод, молокоперерабатывающий завод с маслодельным, сы-

родельным и другими цехами. В проекте предусматриваются механизация и автоматизация производственных процессов, устройства телемеханики и автоматизированная система управления. Разработка манипуляторов и роботов полностью автоматизирует такие сложнейшие и трудоемкие технологические операции, как доение, раздача корма, уборка навоза.

Именно на сельскохозяйственных предприятиях заводского и фабричного типа могут быть обеспечены точность, устойчивость, стабильность и технологическая надежность процессов сельскохозяйственного производства. Именно такие процессы могут обеспечить качество связей по всей технологической цепочке системного комплекса "Аграрно-пищевая технология", что и даст ожидаемый эффект.

Вот почему на первый план выдвигается решение целого ряда принципиально новых научных и технических проблем. Глубокая реконструкция должна затронуть все процессы технологий продуктов питания, а их сельскохозяйственной части должен быть придан облик промышленной индустрии.

Заключение

Методологический кризис в науке и инженерии АПК России может быть преодолен, если новой парадигмой в производстве продуктов питания станет идеология создания системного комплекса, приводящая к избыточному положительному эффекту. В этом суть и неизбежность диалектического развития антропогенных систем.

Конечно, создание системного комплекса "Аграрно-пищевая технология" – дело будущего, но не такого далекого, как это может показаться. Уже через 50 лет будет трудно найти рабочих, производящих сельскохозяйственную продукцию по технологиям начала XXI века и рабочих перерабатывающих и пищевых предприятий, занятых в цехах современного нам вида.

Надо научиться смотреть на 40-50 лет вперед. Если обернуться назад и посмотреть на технологию и технику сельского хозяйства и перерабатывающих предприятий 50-летней давности (это 60-е годы XX века) и сравнить их с современными технологиями и техникой в АПК, то такой же технологический сдвиг мы могли бы наблюдать, посмотрев на сегодняшние технологии АПК из 60-70-х годов XXI в. Поэтому ретровзгляд из настоящего в прошлое и из будущего в настоящее весьма целесообразен. Он стимулирует ученых и инженеров к прогнозированию и созданию неординарных инновационных технологий и техники АПК.

Нет сомнений в том, что стабильные характеристики сельскохозяйственного сырья, полученного промышленными методами, будут стимулировать создание на перерабатывающих и пищевых предприятиях высокоавтоматизированных и автоматических производств продуктов питания на основе так называемых безлюдных технологий.

В этой связи необходимо:

- проанализировать современные технологии АПК России и их техническое сопровождение с точки зрения возможности и целесообразности создания в перспективе системных технологических комплексов промышленного производства и переработки продукции сельского хозяйства в продукты питания;

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Панфилов В.А. Теория технологического потока. М.: КолосС, 2007. 319 с.
- 2 Погорелый Л.В. Сельскохозяйственная техника и технология будущего. К.: Урожай, 1988. 176 с.
- 3 Панфилов В.А. Аграрно - пищевая технология: эффект системного комплекса. Часть I // Вестник ВГУИТ. 2014. №3. С. 33-42.

- разработать перспективные программы поисковых, фундаментальных, прикладных и опытно-конструкторских работ с государственным бюджетным финансированием по сквозным технологиям системного комплекса на период до второй половины XXI века и далее. Примером может служить Технологическая платформа "Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания", координатором которой является Воронежский государственный университет инженерных технологий;

- организовать подготовку научных и инженерных кадров путем объединения вузов сельскохозяйственного и пищевого профилей или создать факультеты аграрно-пищевых технологий в сельскохозяйственных вузах.

REFERENCES

- 1 Panfilov V.A. Teoriia tekhnologicheskogo potoka [The theory of the process stream]. Moscow, KolosS, 2007. 319 p. (In Russ.).
- 2 Pogoralyi L.V. Sel'skokhoziaistvennaia tekhnika i tekhnologiya budushchego [Agricultural machinery and technology for the future]. Kiev, Urozhau, 1988. 176 p. (In Russ.).
- 3 Panfilov V.A. Agro-food technology: the effect of the complex system. Part I. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2014, no. 3, pp. 33-42. (In Russ.).

Профессор Г.В. Калашников, ассистент Е.В. Литвинов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств.
тел. (473) 255-38-96

E-mail: kagen5@yandex.ru, zenlit@yandex.ru

Professor G.V. Kalashnikov, assistant E.V. Litvinov

(Voronezh state university of engineering technology) Department of machines and
devices of food manufactures. phone (473) 255-38-96

E-mail: kagen5@yandex.ru, zenlit@yandex.ru

Тепловой анализ ресурсосберегающей линии производства фруктовых чипсов

Thermal analysis of the resource-saving technology of fruit chips manufacture

Реферат. Выполнен тепловой анализ тепломассообменных процессов при влаготепловой обработке фруктов для производства фруктовых чипсов. Предложена ресурсосберегающая технологическая схема переработки плодов и производства фруктовых чипсов на основе конвективной и СВЧ-сушки. Составлена методика и приведены результаты расчета тепловых затрат для различных схем производства яблочных чипсов. Определены тепловые затраты для базового и предлагаемого вариантов на основе балансовых соотношений технологических процессов и разработанной аппаратурно-технологической схемы линии производства фруктовых чипсов с замкнутым циклом использования теплоносителя и комбинированной конвективно-СВЧ-сушки плодовоовощного сырья. Используются рециркуляционный контур, подогрев исходного сырья, отработанные после сушки пар и конденсат в замкнутом контуре для создания энергосберегающей технологии производства готового продукта. Показана сравнительная тепловая эффективность контрольных поверхностей линии производства яблочных чипсов для предлагаемой технологической схемы. Определены направления совершенствования технологических схем производства яблочных чипсов. Повышению теплового КПД предлагаемой технологии способствует применение рециркуляции теплоносителя и использования теплоты вторичного пара на различных технологических стадиях, а также теплообменников с конденсатором для по-ступенчатого подогрева осушенного теплоносителя. Полезные расходы включают теплоту, затрачиваемую на нагрев и преобразование продукта. К суммарным потерям отнесены теплота неиспользованного отработанного теплоносителя, а также затраты вследствие негерметичности и режима работы рабочих камер. С целью снижения энергозатрат выполнен анализ потерь теплоты и исследованы пути их снижения. Выяснено, что потери могут быть сокращены за счет использования отработанного после сушки теплоносителя на подогреве осушенного сушильного агента и сиропа.

Summary. The thermal analysis heat- and mass-exchange of processes has been carried out at heat-moisture of handling of fruits for manufacture of fruit chips. Is suggested resource-saving the technological scheme of a line of processing of fruit and manufactures of fruit chips on the basis of convection and the microwave-drying. The technique is made and results of calculation of thermal expenses for various schemes of manufacture of apple chips are resulted. Thermal expenses for base and offered variants on the basis of balance parities of technological processes and the developed hardware-technological scheme of a line of manufacture of fruit chips with the closed cycle of use of the heat-carrier and the combined convection-microwave-drying of fruit-and-vegetable raw material are certain. Are used recirculation a contour, the heating of the initial raw material fulfilled after drying of pairs and a condensate in the closed contour for creation energy-saving of the "know-how" of a ready product. Comparative thermal efficiency of control surfaces of a line of manufacture of apple chips for the offered technological scheme is shown. Directions of perfection of technological schemes of manufacture of apple chips are certain. Improve the thermal efficiency of the proposed technology facilitates the use of coolant recycling, and the use of heat vapor at various stages of the process, as well as heat exchangers with a capacitor for on-stage heating drained coolant. Useful expenses include heat expended on heating and conversion product. By total losses attributed unused waste heat of coolant, as well as costs due to leaks and mode of working chambers. In order to reduce energy consumption are analyzed and studied heat loss ways to reduce them. It was found that the losses can be reduced through the use of waste after drying coolant heating the dried drying agent and syrup.

Ключевые слова: ресурсосберегающая технология, яблоки, чипсы, тепловой анализ

Keywords: resource-saving technology, apples, chips, thermal analysis

Известное оборудование для переработки плодовоовощного сырья отличается низкой тепловой эффективностью и степенью использования потенциала теплоносителя, высокими удельными энергетическими затратами на единицу высушенного продукта [1, 2].

Цель работы состояла в тепловом анализе влаготепловых процессов созданной ресурсосберегающей технологической схемы линии производства фруктовых яблочных чипсов.

Данная работа связана с расчетом тепловых затрат контрольных поверхностей энерго-

технологической системы (ЭТС) и их анализом для машинно-аппаратурной схемы линии производства фруктовых яблочных чипсов и получения сушеных плодов высокого качества.

Решение данной задачи основывается на исследованиях влаготепловой обработки растительного сырья (яблоки, груши, морковь) с использованием комбинированных способов влаготеплового воздействия, реализующих осциллированную обработку плодов и овощей в установке рециркуляционного типа [3].

© Калашников Г.В., Литвинов Е.В., 2014

На основании проведенных экспериментальных исследований и полученных теоретических данных была разработана ресурсосберегающая машинно-аппаратурная схема линии производства яблочных чипсов с обеспечением готовых сушеных продуктов высокой пищевой ценности при сокращении энергозатрат [3, 4].

Сравнительный анализ тепловых затрат тепломассообменных процессов и машинно-аппаратурных схем технологических линий произведен на основе составленной методики расчета с использованием в качестве показателей теплового КПД и величины удельной теплоты на единицу исходного сырья на основе полезной работы по преобразованию продукта и использования отработанного теплоносителя.

Тепловой КПД предлагаемой аппаратно-технологической схемы производства яблочных чипсов на основе комбинированной конвективно-СВЧ-сушки составляет $\eta_T = 98,72\%$ и превышает аналогичный показатель известных технологий (базовый вариант при полном использовании пара – $\eta_T = 86,45\%$), что показывает преимущество разработанной технологии (рисунок 1) [2].

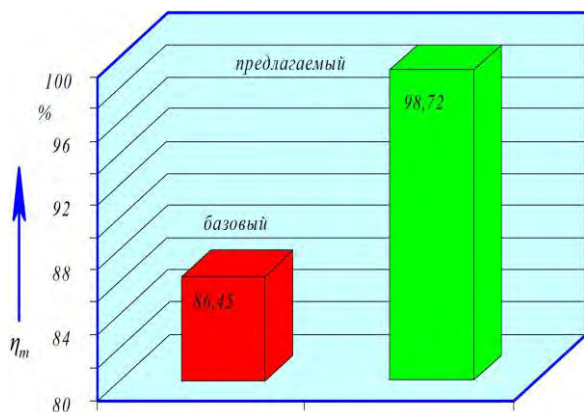


Рисунок 1. Тепловой КПД η_T базового и предлагаемого вариантов линии производства яблочных чипсов

Следовательно, возможно сделать вывод о повышении степени термодинамического совершенства предлагаемой ЭТС за счет использования отработанных теплоносителей и организации работы системы в замкнутом цикле.

Повышению теплового КПД сушки способствует применение рециркуляции теплоносителя и использование теплоты вторичного пара на различных технологических стадиях. Например, массовая доля отработанного теплоносителя, полезно используемого и направляемого на подогрев теплоносителя, исходного сырья и нагрев сиропа при обработке яблок, равна 482 кг, что соответствует 95,7 % от требуемой теплоты для ЭТС.

Повышение теплового КПД предлагаемой технологии обусловлено также применением теплообменников с конденсатором для поступенчатого подогрева осушенного теплоносителя. При этом полезно используется менее 1 % пара испарившейся влаги, что оставляет возможность для дальнейшего совершенствования энерготехнологической системы.

Массовая доля теплоты с теплоносителем для конвективной сушки продукта в рециркуляционном контуре обладает наибольшей теплотой и составляет 99,97 % от суммарного прихода теплоты в контрольную поверхность ЭТС или 494656,82 кДж/кг (таблица 1).

Наибольшую теплоту продукт имеет после конвективной сушки, например, для яблок сорта «Антоновка» - 147,1 кДж/кг или составляет 21,28 % от суммарной теплоты, подведенной к контрольной поверхности с учетом затраченной электроэнергии. Это объясняется высокой температурой и влажностью высушиваемого продукта.

Возрастание теплового КПД в процессе сушки яблок в большей степени связано с наличием циркуляции теплоносителя на сушке и незначительно определяется термодинамическими показателями продукта.

Т а б л и ц а 1

Тепловые балансы контрольной поверхности (D) конвективной сушки с вентилятором подачи пара

Наименование	Обозн	Теплота	
		Теплота на 1 кг начального продукта кДж/кг	Теплота в % от поступающей в контр. поверхность
1	2	3	4
Приход			
Подогретый начальный продукт	$q_{D1н}$	147,1	0,03
Перегретый пар	$q_{D3н}$	494656,82	99,97
Сумма теплоты, подведенной к контрольной поверхности	$\sum q_{Dн}$	494803,92	100

1	2	3	4
Расход			
Подсушенный продукт	$q_{D1к}$	150,5	0,03
Перегретый пар	$q_{D3к}$	493183,5	99,67
Пары испарившейся влаги	$q'_{D3к}$	1456,18	0,25
Внешние потери в окружающую среду	$q_{Dос}$	13,74	0,01
Сумма теплоты, отведенной от контрольной поверхности	$\sum q_{Dк}$	494803,92	100
Полезно используемый пар испарившейся влаги	Δq	503,007	-
Тепловой КПД $\eta_{DT}=99,8\%$			

Величина удельной теплоты подсушенного продукта после конвективной сушки составляет 150,5 кДж/кг (0,03 %) и теплоносителя – 493183,5 кДж/кг (99,67 %), что тре-

бует сосредоточить значительное внимание при проектировании конструкции на рациональном использовании энергетического потенциала отработанного теплоносителя.

Таблица 2

Тепловые балансы предварительной (Е) и завершающей (G) СВЧ - сушки

Наименование	Обозн	Контрольная поверхность Е		Контрольная поверхность G	
		Теплота на 1 кг начального продукта кДж/кг	Теплота в % от поступающей в контр. поверхность	Теплота на 1 кг начального продукта кДж/кг	Теплота в % от поступающей в контр. поверхность
Приход					
Подсушенный продукт	$q_{1н}$	150,5	10,33	21,8586	6,51
Подогретый теплоноситель	$q_{3н}$	1274,33	87,44	312,8032	93,12
Электроэнергия колебательной мощности магнетронов сети	$q_{6н}$	32,47	2,23	1,2634	0,37
Сумма теплоты, подведенных к контрольным поверхностям	$\sum q_n$	1457,3	100	335,9253	100
Расход					
Конечный продукт	$q_{1к}$	19,78	1,36	15,6766	4,66
Теплоноситель с испарившейся влагой	$q_{3к}$	1421,92	97,57	310,1862	92,34
Внешние потери в окружающую среду	$q_{ос}$	15,6	1,07	10,0625	3,0
Сумма теплоты, отведенной от контрольных поверхностей	$\sum q_k$	1457,3	100	335,9253	100
Тепловой КПД, %	η_T	98,93 %		97,0 %	

Тепловые потоки на выходе из контрольной поверхности предварительной СВЧ-сушки яблок имеют величину удельной теплоты высушенного продукта 19,78 кДж/кг (1,36 %), теплоносителя 1421,92 кДж/кг (97,57 %), потери в окружающую среду 15,6 кДж/кг (1,07 %).

Несмотря на дальнейшее снижение температуры продукта в процессе сушки (до $T_c=303$ K) его теплота незначительно снижается до 15,67 кДж/кг (таблица 2). Вместе с тем анализ тепловых потерь в процессах подогрева сырья, конвективной сушки и СВЧ-сушки с

промежуточной обработкой сиропом показывает, что они не превышают 3,5 % (рисунок 2).

Ресурсосберегающая технологическая схема с замкнутым циклом использования теплоносителя отличается достаточно высокой эффективностью применения тепловых потоков, например, при подогреве сиропа тепловой КПД составляет 0,21; в процессе промежуточной обработкой сиропом около 0,98; нагрева осушенного теплоносителя 0,89; предварительной и завершающей СВЧ-сушки, соответственно, 0,98 и 0,97.

Для повышения теплового КПД аппаратно-технологических схем производства фруктовых и овощных чипсов (концентратов) эффективно применять энергетические потоки с высокими термодинамическими показателями.

Однако при этом накладываются ограничения, обусловленные влиянием температуры теплоносителя на осуществление отдельных стадий схемы и, как следствие, на качество готового продукта.

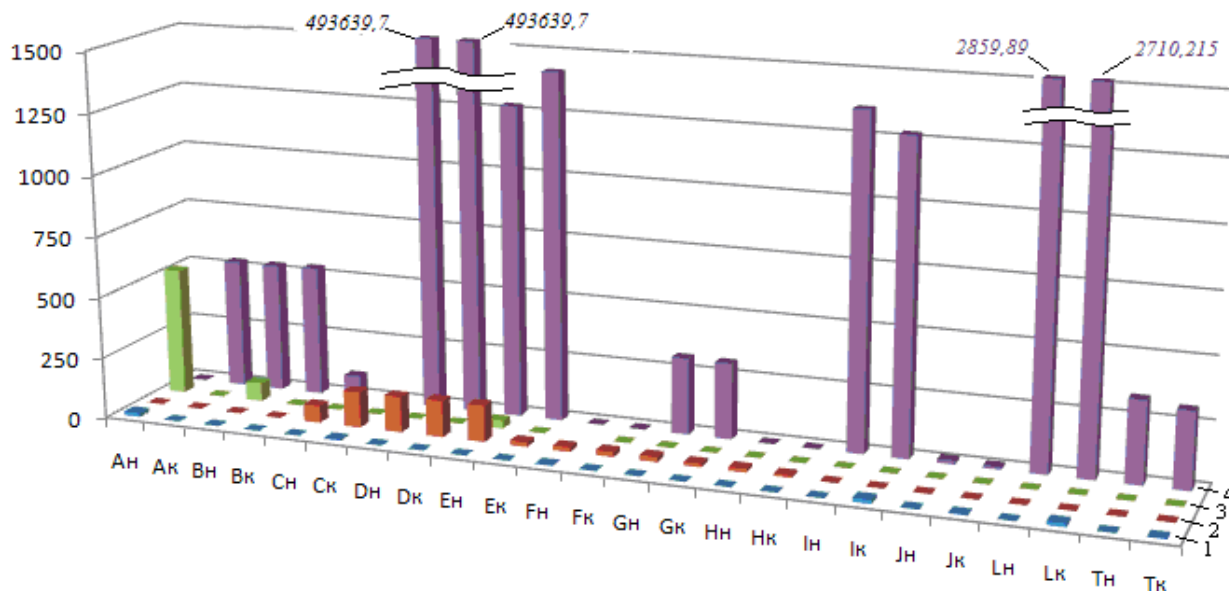


Рисунок 2. Диаграмма входных и выходных тепловых потоков предлагаемой технологической схемы линии производства яблочных чипсов с контрольными поверхностями: А – парогенератора, В – пароперегревателя, С – предварительного подогрева сырья, Д – конвективной сушки, Е – предварительной СВЧ-сушки, F – обработки водным раствором, G – завершающей СВЧ-сушки, Н – охлаждения готового продукта, J – подогрева водного раствора, L – теплообменника 1 ступени с конденсатором для подогрева осушенного теплоносителя, I – теплообменника 2 ступени нагрева осушенного теплоносителя
1 – жидкая фаза (конденсат, сироп); 2 – обрабатываемый продукт; 3 – электроэнергия; 4 – теплоноситель

Из рассмотрения тепловых потоков (рисунок 2) следует, что наибольшие потери теплоты наблюдаются в пароперегревателе (В) и составляют 65,36 кДж/кг.

Внешние тепловые потери в контрольных поверхностях конвективной, предварительной и завершающей СВЧ-сушки составляют, соответственно, 13,74 кДж/кг, 15,6 кДж/кг и 10,06 кДж/кг. Это объясняется образованием избыточного количества теплоты за счет испаренной влаги и достаточно большими потерями теплоты в окружающую среду при сушке продукта.

Приход теплоты на стадиях предварительной и завершающей СВЧ-сушки составляет не более 4 % суммарной теплоты ЭТС и основное потребление теплоты при производстве фруктовых яблочных чипсов происходит контрольной поверхностью блока конвективной сушилки. Для испарения влаги в контрольной поверхности предварительной СВЧ-сушки затрачивается 27,7 % теплоты от суммарного количества, подведенной к контрольной поверхности (Е).

Наибольшие тепловые потоки принадлежат теплоносителю, они во много раз превышают теплоту начального и готового про-

дуктов. Как следует из тепловых балансов (таблицы 1 и 2) приход теплоты в контрольные поверхности обусловлен потоком теплоносителя и основное потребление теплоты при переработке сырья происходит на стадии сушки. Поэтому использование теплоты после сушки имеет очень большое значение.

Следует отметить, что с понижением влажности пластин яблок происходит уменьшение коэффициента диэлектрических потерь, что приводит к снижению количества теплоты, генерируемой в продукте. Увеличение подводимой СВЧ-мощности способствует увеличению КПД процесса трансформации СВЧ-энергии. В процессе экспериментального исследования сушки яблок за счет электромагнитной энергии данный КПД составлял 83 %.

В процессе сушки СВЧ-энергия позволяет в значительной степени интенсифицировать тепломассообмен, однако, чрезмерное увеличение подводимой СВЧ-мощности может привести к возникновению большого градиента влагосодержания, и, как следствие, образованию трещин и нарушению структуры пластин яблок.

В результате расчетов определены полезные расходы теплоты и его потери в зависимости от технологических процессов и конструкции оборудования различных схем. Полезные расходы включают теплоту, затрачиваемую на нагрев продукта (Q_1) и преобразование продукта (Q_2). К суммарным потерям отнесены теплота неиспользованного отработанного теплоносителя (Q_3), а также затраты вследствие различных неплотностей и негерметичности (Q_4), режима работы рабочих камер (Q_5). В результате расчетов полезная теплота известных схем составляет не более 9-15 % от общего прихода теплоты, а по предлагаемой технологии составляет 84 %.

С целью снижения энергозатрат выполнен анализ потерь теплоты и исследованы пути их снижения. Выяснено, что потери по группе Q_3 могут быть сокращены за счет использования отработанного после сушки теплоносителя на подогреве осушенного сушильного агента и сиропа.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Рогов И.А., Некрутман С.В. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов. М.: Агропромиздат, 1986. 351 с.
- 2 Калашников Г.В., Литвинов Е.В. Оценка тепловой эффективности технологической схемы производства яблочных чипсов и сушеных плодов // Вестник ВГУИТ. № 3. 2014. С. 43–49.
- 3 Калашников Г.В., Литвинов Е.В. Кинетика СВЧ-сушки яблок // Вестник ВГУИТ. № 2 (52). 2012. С. 40–42.
- 4 Калашников Г.В., Литвинов Е.В. Анализ свойств яблок различных сортов на основе термоаналитических методов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. № 11. С. 28–31.
- 5 Пат. № 2483571, RU, A 23 L 01/025, A 23 L 1/064. Тороидальный аппарат для производства плодовоовощных чипсов / Калашников Г.В., Литвинов Е.В. № 2012100586/12; Заявл. 10.01.2012; Оpubл. 10.06.2013; Бюлл. № 16.
- 6 Пат. № 2485803, RU, A 23 L 01/025, A 23 L 1/064. Линия для производства плодовоовощных чипсов / Калашников Г.В., Литвинов Е.В. № 2012104280/12; Заявл. 07.02.2012; Оpubл. 27.06.2013; Бюлл. № 18.

Соотношения общих удельных затрат теплоты линий производства фруктовых чипсов на основе груш и других фруктов аналогичны яблочным чипсам и обладают идентичным характером распределения массовой доли теплоты для контрольных поверхностей технологических схем.

Анализ тепловых затрат влаготепловой обработки растительного сырья позволил определить наиболее энергоемкие технологические участки производства и предложить не только пути повышения эффективности использования теплоносителя, но и конструктивное оформление процессов [5-6].

Обозначения:

индексы: 1,2,3 – соответственно, для твердой (дисперсной), жидкой и паровой фаз; "ос" – потери в окружающую среду; "н" – начальное состояние; "к" – начальное состояние.

REFERENCES

- 1 Rogov I.A., Nekrutman S.V. Sverkhvysokochastotnyi nagrev pishchevykh produktov [Superhigh heating foods]. Moscow, Agropromizdat, 1986. 351 p. (In Russ.).
- 2 Kalashnikov G.V., Litvinov E.V. Evaluation of thermal efficiency of the technological scheme of apple chips and dried fruits production. Vestnik VGUIT. [Bulletin of VSUET], 2014, no. 3, pp. 43-49. (In Russ.).
- 3 Kalashnikov G.V., Litvinov E.V. Microwave drying kinetics of apples. Vestnik VGUIT. [Bulletin of VSUET], 2012, № 2 (52). pp. 40-42. (In Russ.).
- 4 Kalashnikov G.V., Litvinov E.V. Analysis of the properties of apples of different varieties on the basis of thermoanalytical methods. Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya. [Storage and processing of agricultural raw materials], 2012, № 11, pp. 28-31. (In Russ.).
- 5 Kalashnikov G.V., Litvinov E.V. Toroidal'nyi apparat dlia proizvodstva plodoovoshchnykh chipsov [Toroidal apparatus for the production of fruit and vegetable crisps]. Patent RF, no. 2483571, 2012. (In Russ.).
- 6 Kalashnikov G.V., Litvinov E.V. Liniia dlia proizvodstva plodoovoshchnykh chipsov [Line for the production of fruit and vegetable crisps]. Patent RF, no. 2485803, 2012. (In Russ.).

УДК 66-9

Профессор Ю.И. Шишацкий, инженер С.Ю. Плюха,
аспирант С.С. Иванов, доцент С.А. Никель
(Воронеж. гос. ун. инж. техн.) кафедра промышленной энергетики. тел. (473) 279-98-22
E-mail: d.pluxa@yandex.ru

Professor Iu.I. Shishatskii, engineer S.Iu. Plukha,
post graduate S.S. Ivanov, assistant professor S.A. Nikel'
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of industrial energetic.
phone. (473) 279-98-22
E-mail: d.pluxa@yandex.ru

Практические предложения как результат теоретических и экспериментальных исследований процесса экстрагирования из сырья растительного происхождения

Practical proposals as a result of theoretical and experimental studies of the process of extraction from raw materials of plant origin

Реферат. Выполнены теоретические и экспериментальные исследования процессов экстрагирования из сырья растительного происхождения: ячменя, желудей и цикория жидким диоксидом углерода, а также люпина подсырной сывороткой. Определены качественные показатели экстрактов и шротов. Установлено, что они являются перспективными сырьевыми источниками для обогащённых и функциональных продуктов, поскольку содержат аминокислоты, витамины и микроэлементы. Молочно-растительный экстракт люпина, например, содержит 17 аминокислот, в том числе незаменимые, а также витамины и микроэлементы. Исследования качества шротов ячменя, желудей, цикория и люпина показало целесообразность их использования для обогащения пищевых продуктов. Показатели качества шротов представлены в данной работе в виде таблиц. Изложенное выше послужило основанием для разработки аппаратно-технологических схем получения CO₂-экстрактов и их использования. Аппаратно-технологическая схема получения CO₂-экстрактов из ячменя, желудей и цикория включает целый ряд оборудования: автотранспорт для доставки сырья на предприятие, скребковый гидротранспортёр, моечную машину, фотосепаратор для удаления некачественного сырья и посторонних примесей, обдувочную машину для удаления поверхностной влаги с сырья, моечную машину для очистки от кожуры, резательную машину, аппарат для сушки и обжарки, дробилку, вальцевой станок и установку для экстрагирования. Аппаратурное оформление технологии йогурта, обогащённого аминокислотами, микроэлементами и витаминами, которые содержатся в молочно-растительном экстракте в основном отличается от изложенного выше тем, что в качестве экстракта используется подсырная сыворотка, а извлечение целевого компонента осуществляется в вибрационном экстракторе. Аппаратно-технологическая схема составлена в соответствии с отечественной технологией йогурта и дополнена оборудованием для подачи молочно-растительного экстракта в продукт. Это виброэкстрактор, сборник для экстракта, кожухотрубчатый теплообменник и холодильник. Изложены предпосылки при выборе теплообменника. Предложенная схема может быть использована при производстве других кисломолочных продуктов. Таким образом, разработанные авторами аппаратно-технологические схемы вносят определённый вклад в решение комплексной переработки вторичного сырья растительного происхождения, которая является экономически и экологически целесообразной.

Summary. Theoretical and experimental researches of extraction processes from plant origin raw materials: barley, acorns and chicory with liquid carbon dioxide, as well as lupin with cheese whey were carried out. Quality indicators of extracts and secondary raw materials are defined. It is established that they are perspective raw sources for the enriched and functional products as they contain amino acids, vitamins and microelements. The dairy-vegetative lupine extract, for example, contains 17 amino acids, including the essential as well as vitamins and minerals. The studies of secondary raw materials, barley, acorns, chicory and lupine quality showed the expediency of their use for foods enrichment. Quality indicators of secondary raw materials are presented in the tables form in the given work. It formed the basis for the development of hardware-technological schemes of obtaining CO₂-extracts and their use. The hardware-technological scheme of obtaining CO₂-extracts from barley, acorns and chicory includes a number of equipment units: motor transport for raw materials delivery to the enterprise, the scraper hydroconveyor, the jet washer, a photo-separator for of poor-quality raw materials and impurities removal, a blowing machine for removing surface moisture from the raw materials, a jet washer for peeling, a cutter, drying and frying device, a crusher, a roller machine tool and an extracting unit. Hardware providing for yoghurt technology enriched with amino acids, microelements and vitamins which are present in a dairy-plant extract differs from the mentioned above one in the following. The extract used is a cheese whey, and the extraction of a target component is carried out in a vibrating extractor. The hardware-technological scheme is made according to Russian technology of yoghurt and furnished with the equipment for dairy-vegetative extract feeding into a product. It includes the following: a vibrating extractor (not shown in fig. 2), the extract collector, the cover and tube heat exchanger and the refrigerator. Prerequisites reconditions are stated at a heat exchanger choice. The offered scheme can be used in the manufacture of other fermented milk products. Thus, the hardware-technological schemes developed by the authors contribute to the complex processing of secondary raw materials of plant origin which is economically and ecologically expedient.

Ключевые слова: аппаратно-технологическая схема, молочно-растительный экстракт, химический состав шрота.

Keywords: hardware- and technological scheme, dairy-plant extract, secondary raw material chemical composition.

© Шишацкий Ю.И., Плюха С.Ю.,
Иванов С.С., Никель С.А., 2014

Выполненные исследования процессов экстрагирования из ячменя, желудей и цикория жидким диоксидом углерода, а также из люпина подсырной сывороткой, определение качественных показателей экстрактов и шротов, показали, что они являются перспективными сырьевыми источниками для обогащённых и функциональных продуктов, поскольку содержат аминокислоты, витамины и микроэлементы.

Так, молочно-растительный экстракт люпина содержит 17 аминокислот, в том числе незаменимые (валин, триптофан, фенилаланин и др.), витамины, микроэлементы [2].

Химический состав шротов ячменя, желудей и цикория представлен таблицах 1, 2 [3].

Т а б л и ц а 1

Химический состав шрота (г в 100 г продукта, %)

Наименование показателей, единицы измерения	Значение показателей			НД на методы испытания
	Ячмень	Желуди	Цикорий	
М.д. сырого протеина, %	11,37	7,21	6,67	ГОСТ 13496.4
М.д. сырого жира %	3,93	9,21	3,28	ГОСТ 13496.15
Аминокислоты, %:				МВИ М 04-38-2009
аргинин	0,253	0,297	0,0131	
лизин	0,0614	0,0468	0,0394	
тирозин	0,117	0,063	0,0182	
фенилаланин	0,685	0,472	0,348	
гистидин	0,0634	0,0627	0,136	
лейцин	0,139	0,0981	0,068	
изолейцин	0,067	0,0318	0,031	
метионин	0,042	0,0156	0,0178	
валин	0,081	0,0621	0,0519	
пролин	0,314	0,146	0,138	
треонин	0,078	0,057	0,043	
серин	0,0751	0,0692	0,029	
аланин	0,094	0,058	0,037	
глицин	0,157	0,071	0,086	
цистин	0,012	менее 0,01	менее 0,01	
глутаминовая кислота	2,836	1,213	0,951	
аспарагиновая кислота	0,962	0,827	0,383	

Т а б л и ц а 2

Содержание микроэлементов в шроте

Наименование показателей, единицы измерения	Значение показателей			НД на методы испытания
	Ячмень	Желуди	Цикорий	
М.д. калия, мг/кг	2,07	3,36	2,18	ПНД Ф 14.1:2.4.167-2000
М.д. кальция, %	0,84	0,97	1,27	ГОСТ 26570
М.д. фосфора, %	1,68	1,63	2,53	ГОСТ 26657
Содержание железа, мг/кг	54,33	23,41	162,57	ГОСТ 26928

Изложенное выше послужило основанием для разработки аппаратурно-технологических схем получения экстрактов и их использования.

Результаты исследования показали, что эффективное получение CO₂-экстрактов возможно из измельченного в крупку или лепесток сырья. Предпочтительным по величине выхода экстрактивных веществ является ле-

пестковая форма тела вследствие более развитой поверхности контакта фаз и очень малой толщиной лепестка, которая определяет уменьшение извилистости капилляров.

Нами разработана аппаратурно-технологическая схема получения CO₂-экстрактов из зёрен ячменя, жёлудя и корней цикория (рисунок 1).

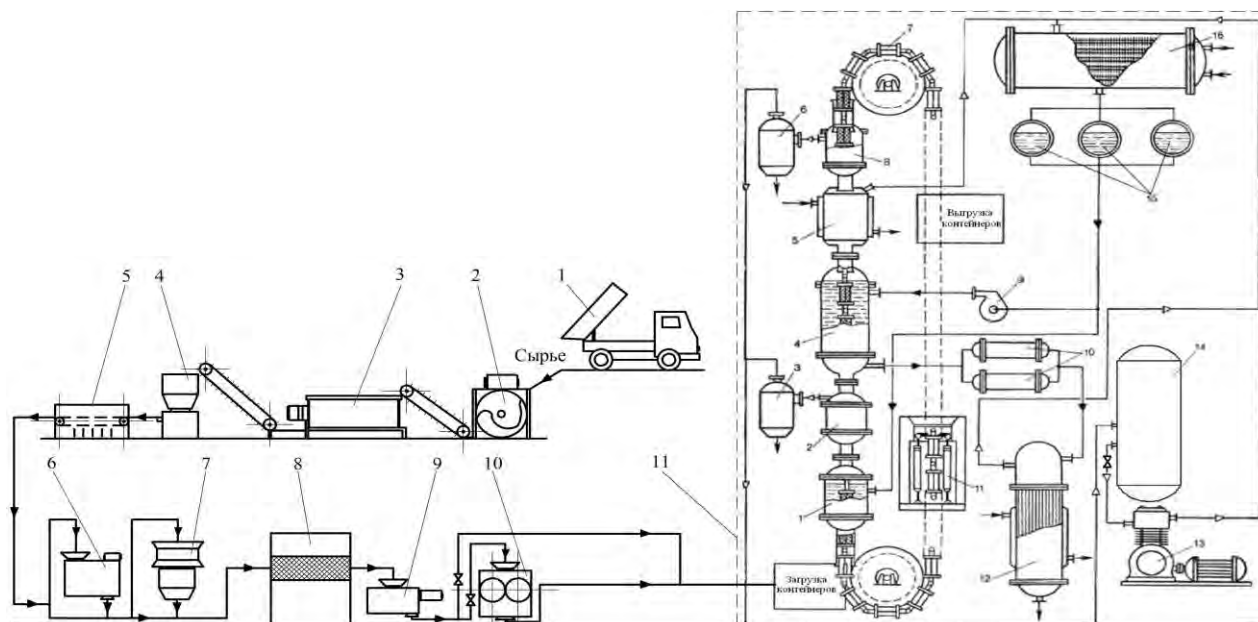


Рисунок 1. Аппаратурно-технологическая схема производства CO_2 -экстрактов: 1-автотранспорт; 2-скребковый гидротранспортёр; 3-моечная машина; 4-фотосепаратор; 5-обдувочная машина; 6-машина для очистки от кожуры; 7-резательная машина; 8-аппарат для сушки и обжарки; 9-дробилка; 10-вальцовый станок; 11- установка для экстрагирования: 1-камера пропитки; 2, 8-камеры пониженного давления; 3, 6-циклоны; 4-экстрактор; 5-камера с паровой рубашкой; 7- контейнер с кассетой; 9-насос; 10-фильтры; 11-транспортирующий узел; 12-дистиллятор; 13-компрессор; 14-газгольдер; 15-сборные емкости; 16-конденсатор. (Позиции установки 11 набраны мелким шрифтом).

Привезённое сырьё (рисунок 1) автотранспортом 1 поступает на скребковый гидротранспортёр 2, а затем в моечную машину 3. После мойки оно подаётся в фотосепаратор 4 для удаления брака и посторонних примесей. В обдувочной машине 5 удаляется поверхностная влага. Жёлуди направляются в машину для очистки от кожуры 6, а затем в резательную машину 7 и в аппарат для сушки и обжарки 8. Корни цикория, минуя машину 6, также изрезаются в машине 7, после чего сушатся и обжариваются. Зёрна ячменя направляются на сушку и обжарку непосредственно из обдувочной машины 5. После тепловой обработки сырьё измельчается в крупку в дробилке 9, а затем в лепесток на вальцовом станке 10. Затем сырьё направляется в экстракционную установку 11.

Экстракционная установка 11 работает следующим образом [4].

Измельчённое растительное сырьё загружается в сетчатые кассеты 7, которые устанавливаются в контейнеры и поступают в камеру 1.

Герметизация аппаратов 1, 2, 4, 5, 8, 10, 12, 16 осуществляется за счет уплотнения фторопластовыми элементами, расположенными во всех разъёмных соединениях. В камере 1 происходит пропитка растительного сырья жидким растворителем, который подается из сборников 15. Пропитанное растворителем сырьё направляется в камеру 2, где поддерживается пониженное давление. Из-за резкого изменения давления рас-

творитель, находящийся в сырье, меняет агрегатное состояние, превращается в пар, вызывая разрушение структуры сырья и понижение его температуры. Пары растворителя через циклоны 3 и 6 отводятся в газгольдер 14.

Растительное сырьё подается в экстрактор 4, где осуществляется контакт сырья с растворителем. Растворитель насосом 9 подается в экстрактор 4 из сборника 15. Получаемая мисцелла отводится через фильтры 10 в дистиллятор 12. Газообразный растворитель из дистиллятора направляют в конденсатор 16. Готовый продукт (экстракт) периодически отбирается из нижней части дистиллятора 12.

Проэкстрагированный материал (шрот) из экстрактора 4 через разделительный цилиндр перемещается в камеру с паровой рубашкой 5, где происходит отгонка остатков растворителя. После выхода контейнеров из камеры пониженного давления 8 происходит разгрузка шрота.

Предложенное техническое решение является универсальным, поскольку возможно эффективно реализовать процессы извлечения целевых компонентов, протекающие в телах растительного происхождения простейших геометрических форм. К таким формам относятся неограниченная пластина, неограниченный цилиндр, шар и др.

Аппаратурное оформление получения молочно-растительного экстракта люпина отличается от изложенного выше тем, что в ка-

честве экстрагента используется подсырная сыворотка, а извлечение целевого компонента осуществляется в вибрационном экстракторе, одно из достоинств которого – существенное сокращение времени экстрагирования. Вследствие этого аппаратурно-технологическая схема для получения молочно-растительного экстракта в этой работе не приводится.

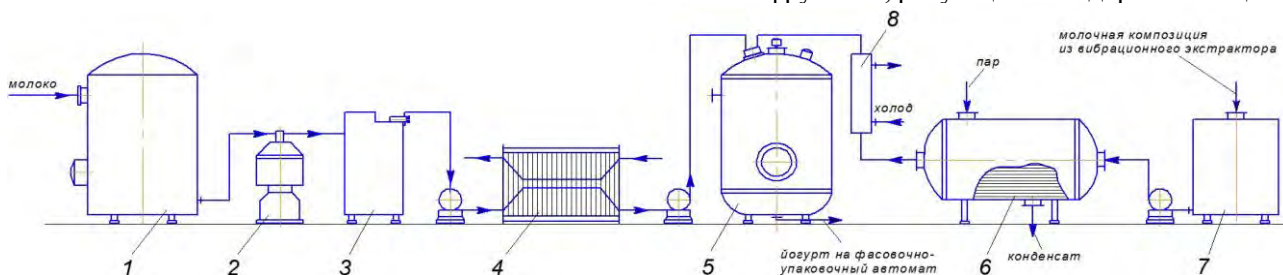


Рисунок 2. Аппаратурно-технологическая схема производства йогурта: 1 - ёмкость для нормализации молока; 2 - сепаратор-молокоочиститель; 3 - гомогенизатор; 4 - пастеризационно-охлаждающая установка; 5 - ёмкость для заквашивания и сквашивания смеси; 6 - кожухотрубчатый теплообменник; 7 - сборник для молочно-растительного экстракта; 8 - холодильник.

Аппаратурно-технологическая схема (рисунок 2) составлена в соответствии с отечественной технологией йогурта и дополнена оборудованием для подачи в продукт молочно-растительного экстракта. Нормализация молока проводится в ёмкости 1, далее молочная смесь очищается в сепараторе-молокоочистителе 2 при температуре $43 \pm 2^\circ\text{C}$ и гомогенизируется (позиция 3) при нормированном давлении и температуре $45\text{--}48^\circ\text{C}$. Молочная смесь пастеризуется при температуре $85\text{--}87^\circ\text{C}$ с выдержкой 10-15 мин или при $92 \pm 2^\circ\text{C}$ с выдержкой 2-8 мин с последующим охлаждением до температуры $40\text{--}42^\circ\text{C}$ в пастеризационно-охлаждающей установке 4. После термообработки и охлаждения смесь поступает в ёмкость 5 на заквашивание с последующим сквашиванием в течение 3-4 ч при $t = 40\text{--}42^\circ\text{C}$ до образования сгустка. В этой же ёмкости сгусток перемешивается и охлаждается ледяной водой в течение 30-60 мин. Непрерывное перемешивание продолжается до образования однородной консистенции продукта, после чего последний перемешивается периодически до охлаждения сгустка до заданной температуры. В частично ($25\text{--}30^\circ\text{C}$) или полностью (6°C) охлаждённый сгусток вносят плодово-ягодные наполнители. Охлаждённый (позиция 8) молочно-растительный экстракт также подаётся в ёмкость 5.

Предварительно он поступает из экстрактора (не показан) в сборнике 7, затем перекачивается насосом в кожухотрубчатый теплообменник 6. В теплообменнике молочно-растительный экстракт движется во внутритрубном пространстве, а пар в межтрубном. Пастеризуется экстракт кратковременно при температуре 72°C . В результате разрушаются

Рассмотрим аппаратурное оформление технологии йогурта, обогащённого аминокислотами, микроэлементами и витаминами, которые содержатся в молочно-растительном экстракте.

А.И. Тамим и Р.К. Робинсон отмечают [5], что среди кисломолочных продуктов только йогурт распространился по всему миру вследствие приятного аромата и вкуса, идеального сочетания с фруктами, репутации как здоровой пищи.

все патогенные микроорганизмы, а вкус и сывороточные белки экстракта не изменяются.

После тщательного перемешивания йогурта в ёмкости 5 его подают на фасовочно-упаковочный автомат. При выборе кожухотрубчатого теплообменника исходим из следующих предпосылок [1]:

1. Кожухотрубчатые теплообменники предназначены для быстрой пастеризации молока в потоке. Поскольку молочно-растительный экстракт максимально приближен по химическому составу, физическо-химическим свойствам, массовой доле сухих веществ и другим показателям к цельному молоку, то в нашем случае оправдано пастеризовать экстракт в выбранном рекуперативном теплообменнике.

2. Возможно получение высоких значений коэффициентов теплопередачи при оптимальных скоростях теплоносителей, а также когда коэффициент теплоотдачи с внутренней стороны стенки не является лимитирующим, термическое сопротивление стенки и вероятность отложений накипи и загрязнений малы.

3. В теплообменнике возможно создать чистый противоток, аппарат имеет простое устройство и доступен для периодической чистки.

Предложенная схема может быть также использована при производстве других кисломолочных продуктов.

Таким образом, разработанные авторами аппаратурно-технологические схемы вносят определённый вклад в решение комплексной переработки вторичного сырья растительного происхождения, которая является экономически и экологически целесообразной.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1995. 400 с.
- 2 Мельникова Е.И., Богданова Е.В., Бурцева М.И., Иванов С.С. Молочно-растительный экстракт люпина – сырье для функциональных продуктов питания // Пищевая промышленность. 2014. №5. С. 70-72.
- 3 Плюха С.Ю., Иванов С.С., Шишацкий Ю.И. О целесообразности использования шротов как вторичного сырья растительного происхождения // Материалы международной научно-технической конференции «Биотехнологические системы в производстве пищевого сырья и продуктов. Инновационный потенциал и перспективы развития». Воронеж: ВГУИТ, 2011. С. 448-450.
- 4 Плюха С.Ю., Шишацкий Ю.И. Аппаратурно-технологическая схема получения CO₂-экстрактов из сырья растительного происхождения // Материалы международной научно-технической конференции «Биотехнологические системы в производстве пищевого сырья и продуктов. Инновационный потенциал и перспективы развития». Воронеж: ВГУИТ, 2011. С. 243-246.
- 5 Тамим А.Й., Робинсон Р.К. Йогурт и аналогичные молочные продукты: научные основы и технологии. СПб.: Профессия, 2003. 664 с.

REFERENCES

- 1 Dytnerskii Yu.I. Protsessy i apparaty khimicheskoi tekhnologii [Process and devices of chemical technology], Moscow, Khimiia, 1995. 400 p. (In Russ.).
- 2 Mel'nikova E.I., Bogdanova E.V., Burtseva M.I., Ivanov S.S. Dairy an extract lupin - raw materials for functional foodstuff. *Pishchevaia promyshlennost'*. [The food-processing industry], 2014, no. 5, pp. 70-72. (In Russ.).
- 3 Pliukha S. Iu., Ivanov S.S. About expediency of use seed meal as secondary raw materials of a phytogenesis Materialy mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii "Biotekhnologicheskie sistemy v proizvodstve pishchevogo syr'ia i produktov. Innovatsionnyi potentsial i perspektivy razvitiia" [Materials of the international scientific and technical conference «Biotechnological systems in manufacture of food raw materials and products. Innovative potential and development prospects»], Voronezh, 2011. pp.448-450. (In Russ.).
- 4 Pliukha S. Iu., Shishatskii Iu.I. Hardware the scheme of reception CO₂-extracts from raw materials of a phytogenesis Materialy mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii "Biotekhnologicheskie sistemy v proizvodstve pishchevogo syr'ia i produktov. Innovatsionnyi potentsial i perspektivy razvitiia" [Materials of the international scientific and technical conference «Biotechnological systems in manufacture of food raw materials and products. Innovative potential and development prospects»], Voronezh, 2011. pp. 243-246. (In Russ.).
- 5 Tamim A.I., Robinson R.K. Iogurt i analogichnye molochnye produkty: nauchnye osnovy i tekhnologii [Yoghurt and similar dairy products: scientific foundations and technologies]. Saint Petersburg, Professiia, 2003. 664 p. (In Russ.).

УДК 664.727

Доцент А.В. Прибытков, ассистент А.Н. Мартеха,
ассистент В.В. Торопцев.

(Воронеж. гос. ун-т инж. технологий.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств.
тел. (473) 255-38-96
E-mail: man6630@rambler.ru

Associate Professor A.V. Pribytkov, assistant A.N. Martekha,
assistant V.V. Toroptsev

(Voronezh state university of engineering technologists.) Department of machines and apparatuses
of food industry. phone (473) 255-38-96.
E-mail: man6630@rambler.ru

Определение теплофизических характеристик ферментированного пшеничного сырья при исследовании процессов тепло- и массообмена

Determination of thermophysical properties of fermented wheat raw materials in the study of processes of heat- and mass transfer

Реферат. В статье представлены результаты исследования теплофизических свойств ферментированного пшеничного сырья, описаны использованные при этом экспериментальные методы, объяснено поведение графических кривых при различных внешних условиях, представлена возможность использования полученных результатов. Описаны возможности применения теплофизических коэффициентов при проектировании различных конструкций сушильных установок. Введено понятие ферментированного пшеничного сырья, описаны внешний вид продукта и условия его получения, показано влияния температуры и влагосодержания на исследуемый продукт. Представлена конструкция стенда для определения теплофизических характеристик ферментированного пшеничного сырья с применением метода нестационарного теплового режима, а также описан принцип его работы. Введены эмпирические уравнения регрессии, адекватно описывающие теплофизические характеристики. Результатами исследования являются зависимости коэффициентов теплопроводности, теплоемкости, температуропроводности от влагосодержания и температуры. Линейный характер зависимостей показывает, что с увеличением температуры и влагосодержания теплофизические коэффициенты увеличиваются.

Summary. The article presents the results of a study of thermophysical properties of fermented wheat raw materials used are described in this experimental method, explained the behavior of graphic curves under different external conditions, given the opportunity to use the results. Possibilities of application of physical characteristics in the design of various designs dryers. Introduced the concept of the fermented wheat feedstock described the appearance of the product and the conditions for its receipt, showing the influence of temperature and moisture on the investigational product. Shows the design of the stand to determine the thermal characteristics of the fermented wheat raw materials using the method of transient thermal regime and describes how it works. Introduced empirical regression equation adequately describe thermal characteristics. Depending on the results of the study are the coefficients of thermal conductivity, specific heat, thermal diffusivity on the moisture content and temperature. The linear dependence shows that with increasing temperature and moisture content of the physical characteristics increase.

Ключевые слова: сушка, ферментированное пшеничное сырье, теплофизика

Keywords: drying, raw fermented wheat, thermal physics

Для выполнения тепловых расчетов сушильных аппаратов необходимо знать тепловые характеристики (теплопроводность, температуропроводность, теплоемкость) высушиваемых материалов, от которых зависит выбор рационального метода и режима сушки материала. Так, решение вопроса о возможности применения для сушки конкретного продукта определенных сушильных установок зависит не только от диффузионного сопротивления, определяе-

мого внутренней пористой структурой материала, но и от его способности воспринимать необходимое для сушки количество тепла. Тепловые характеристики необходимо знать также при обработке результатов экспериментальных исследований процессов тепло- и массообмена, определении механизма переноса тепла во влажном материале, анализе форм и видов связи влаги с материалом и т. д. [1].

© Прибытков А.В., Мартеха А.Н., Торопцев В.В., 2014

Ферментированное пшеничное сырье – продукт, получаемый при проведении ферментного гидролиза дробленой пшеницы. По внешнему виду сырье представляет собой коллоидно-дисперсную фракцию, содержащую дробленое, прошедшее температурную и ферментную обработку зерно пшеницы [5].

Теплофизические характеристики ферментированного пшеничного сырья являются функциями состояния и свойств вещества, зависящих от многих факторов, к которым следует отнести химический состав и структуру. При этом большое значение имеет характер изменения теплофизических характеристик от основных параметров влажного материала: температуры и влагосодержания.

В научной литературе отсутствуют данные по теплофизическим характеристикам ферментированного пшеничного сырья, поэтому существует необходимость в их определении.

Разработанные в настоящее время методы определения теплофизических характеристик влажных материалов подразделяются на две группы: стационарного и нестационарного потока теплоты. Методы стационарного потока теплоты основаны на постоянстве температурного поля, проходящего через исследуемый продукт на протяжении всего опыта [2]. Такие методы длительны и требуют очень строгого выполнения граничных условий. Методы нестационарного отличаются переменностью температурного режима в испытуемом образце при кратковременном тепловом воздействии на продукт в условиях малого температурного градиента. Основными преимуществами таких методов являются: незначительное влияние градиента температуры на гидродинамическое состояние продукта, простота, надежность и быстрота проведения эксперимента.

Исследования теплофизических характеристик ферментированного пшеничного сырья проводили на экспериментальном стенде (рисунок 1) лаборатории кафедры МАПП ВГУИТ.

На стенде имеется общий выключатель 1, промежуточный тумблер 2 для подачи напряжения на потенциометр 3, который включается двумя тумблерами, находящимися за дверкой потенциометра.

На передней панели стенда закреплен эталон 6 с известными теплофизическими характеристиками, на который помещается образец пищевого продукта 8, а также установлена греющая поверхности 10 с возможностью перемещаться в вертикальном положении. Рядом со стендом установлен ультратермостат 14, обеспечивающий постоянную температуру греющей

поверхности 10. Ультратермостат 14 включается вертикальным ползунком 12. Кнопкой 13 включается насос, подающий горячую воду к греющей поверхности. Вода нагревается ТЭНом, который управляется ползунком 15. Температура воды регулируется электроконтактный термометром 11, который автоматически поддерживает ее постоянное значение, что обеспечивает постоянный поток теплогреющей поверхности.

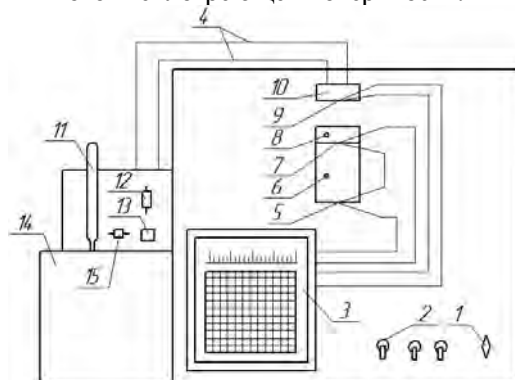


Рисунок 1. Схема стенда для исследования теплофизических характеристик

В греющей поверхности 10 установлена термопара 9, подключенная к потенциометру 3 и показывающая температуру греющей поверхности. В плоскости соприкосновения пищевого продукта и эталона установлен шарик 7 дифференциальной термопары, второй шарик 5 этой термопары установлен на противоположном конце эталона, являющегося полуограниченным стержнем системы двух тел - эталон и ограниченным стержнем - пищевой продукт. Эта система образуется после присоединения греющей поверхности сверху к пищевому продукту.

При определении теплофизических характеристик использован метод нестационарного теплового режима, основанный на решении задачи теплопроводности для начальной стадии процесса, а именно метод двух температурно-временных точек, разработанный В.С. Волькенштейн [2].

Значения коэффициентов температуропроводности, теплопроводности и удельной теплоемкости в интервале температур 293-393 К для образцов ферментированного пшеничного сырья влагосодержанием 10-150 % заложены в графики на рисунках 2-6. Относительные погрешности определения α и λ не превышали 1 %.

Как видно из рисунков 2-7 в интервале влажности W^c от 0 до 150 % величины α , λ и c возрастают до значения, определяемого относительной величиной теплопроводности воды и ферментированного пшеничного сырья, так как в области капиллярной конденсации на теплоперенос влияние оказывает свободная влага.

Зависимости $\alpha = f(W^c)$, $\lambda = f(W^c)$ и $c = f(W^c)$ являются монотонно возрастающими, их графики в данном интервале влажности не имеют переломных точек.

Рост кривых $\alpha = f(W^c)$, $\lambda = f(W^c)$ для исследованного ферментированного пшеничного сырья можно объяснить влиянием «водных мостиков», согласно основным положениям теории А.Ф. Чудновского [3] теплопереноса во влажных пористых материалах. Теплопроводность сухого ферментированного пшеничного сырья мала из-за точечного соприкосновения частиц материала.

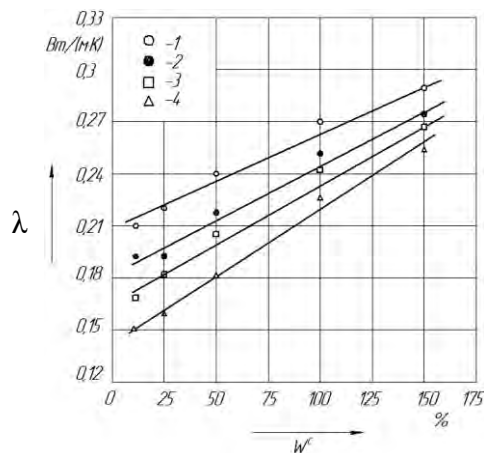


Рисунок 2. Зависимость коэффициента теплопроводности λ , Вт/(м·К), от влагосодержания при: 1 – $T=393$ К; 2 – $T=363$ К; 3 – $T=333$ К; 4 – $T=293$ К

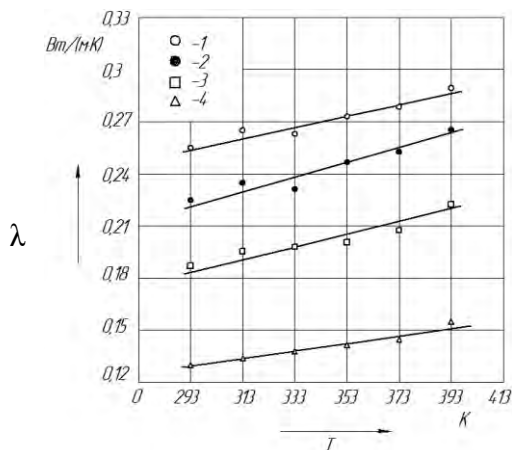


Рисунок 3. Зависимость коэффициента теплопроводности λ , Вт/(м·К), от температуры при: 1 – $W^c=150$ %; 2 – $W^c=100$ %; 3 – $W^c=50$ %; 4 – $W^c=10$ %

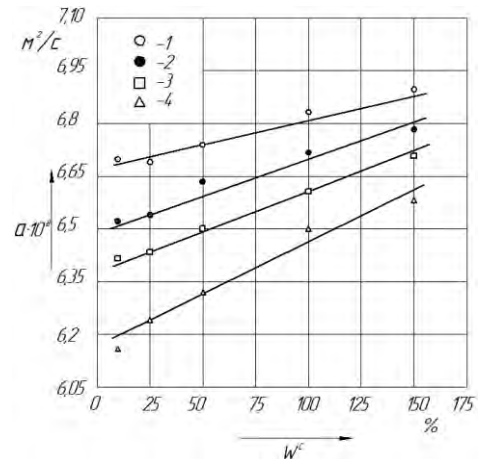


Рисунок 4. Зависимость коэффициента температуропроводности $\alpha \cdot 10^8$, м²/с, от влагосодержания при: 1 – $T=393$ К; 2 – $T=363$ К; 3 – $T=333$ К; 4 – $T=293$ К

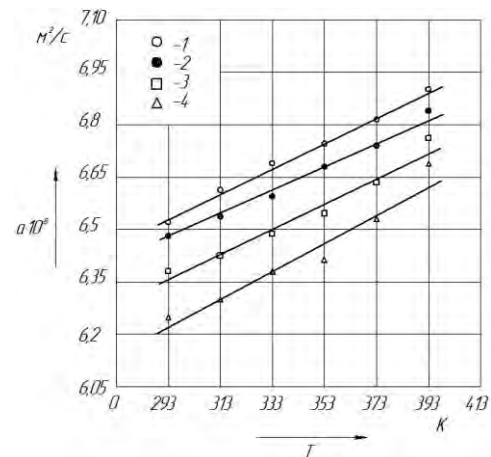


Рисунок 5. Зависимость коэффициента температуропроводности $\alpha \cdot 10^8$, м²/с, от температуры при: 1 – $W^c=150$ %; 2 – $W^c=100$ %; 3 – $W^c=50$ %; 4 – $W^c=10$ %

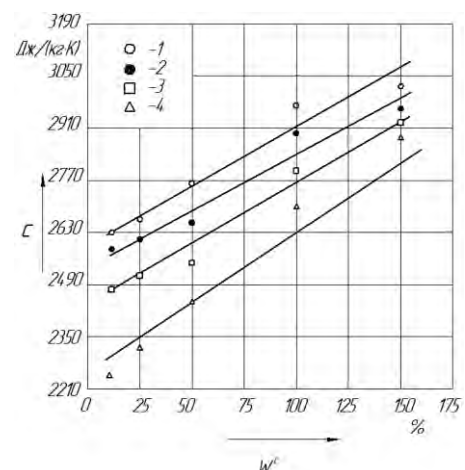


Рисунок 6. Зависимость коэффициента удельной теплоемкости c , Дж/(кг·К), от температуры при: 1 – $W^c=150$ %; 2 – $W^c=100$ %; 3 – $W^c=50$ %; 4 – $W^c=10$ %

Однако по мере увеличения количества адсорбированной влаги теплопроводность начи-

нает расти, так как через водную пленку, образующую «мосты», теплота распространяется непрерывным потоком от частицы к частице материала. Наряду с этим была установлена зависимость теплофизических характеристик ферментированного пшеничного сырья от температуры.

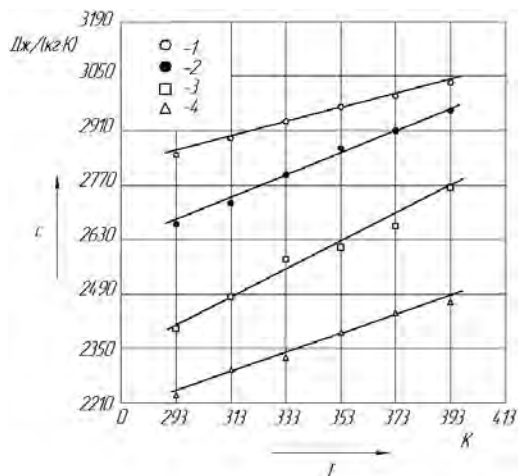


Рисунок 6. Зависимость коэффициента удельной теплоемкости c , Дж/(кг·К), от влагосодержания при: 1 – $T=393$ К; 2 – $T=363$ К; 3 – $T=333$ К; 4 – $T=293$ К

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Лыков А.В. Теория сушки. М.: Энергия, 1968. 470 с.
- 2 Волькенштейн В.С. Скоростной метод определения теплофизических характеристик материалов. Л.: Энергия. 1971. 145 с.
- 3 Чудновский А.Ф. Теплофизические характеристики дисперсных материалов. М.: Физматгиз, 1962. 452 с.
- 4 Жучков А.В. Математическое моделирование процесса сушки модифицированного корма // Вестник ВГУИТ. 2013. № 2. С. 100 – 105.
- 5 Пат. № 2512908 RU, А 23 К 1/00. Способ производства кормов / Черемушкина И.В., Корнеева О.С., Мартеха А.Н. Воронеж. гос. унив. инж. техн. № 2012147098/13; Заявл. 7.11.2012; Оpubл. 10.04.2014, Бюлл. №10.
- 6 Пат. № 2182297 RU, F26B17/10. Сушилка с активной гидродинамикой и пофракционной обработкой материала / Антипов С.Т., Шахов С.В., Прибытков А.В. и др. Воронеж. техн. акад. № 2000125645/06, Заявл. 11.10.2000; Оpubл. 10.05.2002.
- 7 Пат. № 2206844 RU, F26B17/10. Устройство для сушки комкующихся дисперсных материалов / Кретов И.Т., Шахов С.В., Прибытков А.В. и др. Воронеж. техн. акад. № 2001135699/06, Заявл. 24.12.2001; Оpubл. 20.06.2003.

Полученные теплофизические характеристики ферментированного пшеничного сырья в дальнейшем могут использоваться при разработке математических моделей процесса сушки в различных конструкциях сушильных установок [4, 6, 7].

После статистической обработки экспериментальных данных с учетом значимости коэффициентов получены эмпирические уравнения регрессии, адекватно описывающие теплофизические характеристики ферментированного пшеничного сырья при влажности W^c от 0 до 150 % и температуре продукта T от 293 до 393 К:

$$\alpha = (0,385 + 4,874W^c + 0,0352T - 0,7644W^{c2} + 0,00624W^cT) \cdot 10^{-8}, \quad (1)$$

$$\lambda = 0,0963 + 0,13875 W^c - 0,0457 W^{c2} + 0,000342 W^cT, \quad (2)$$

$$c = 1,956 + 0,5694 W^c - 0,0762 W^{c2} + 0,000007T^2 \quad (3)$$

REFERENCES

- 1 Lykov A.V. Teoriia sushki [Theory of drying]. Moscow, Energiia, 1968. 470 p. (In Russ.).
- 2 Vol'kenshtein V.S. Skorostnoi metod opredeleniia teplofizicheskikh kharakteristik materialov [Speed method for determination of thermal properties of materials]. Leningrad, Energiia, 1971. 145 p. (In Russ.).
- 3 Chudnovskii A.F. Teplofizicheskie kharakteristiki dispersnykh materialov [Thermophysical properties of dispersed materials]. Moscow, Fizmatgiz, 1962. 452 p. (In Russ.).
- 4 Zhuchkov A.V., Pribytkov A.V., Cheremushkina I.V., Martekha A.N. Mathematical modeling of the drying process of the modified feed. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2013, no. 2, pp. 100-105. (In Russ.).
- 5 Cheremushkina I.V., Korneeva O.S., Martekha A.N. Spособ proizvodstva kormov [Method feed production]. Patent RF, no 2512908, 2014. (In Russ.).
- 6 Antipov S.T., Shakhov S.V., Pribytkov A.V. Sushilka s aktivnoi gidroinamikoi i pofraktsionnoi obrabotkoi materiala [Dryer with active hydrodynamics and fractional processing material]. Patent RF, no 2182297, 2002. (In Russ.).
- 7 Kretov I.T., Shakhov S.V., Pribytkov A.V. Ustroistvo dlia sushki komkuiushchikhsia dispersnykh materialov [Drying device lumps dispersed materials]. Patent RF, no 2206844, 2003. (In Russ.).

УДК 664.95

Профессор Д. Дуткевич

(Кошалинский политехнический университет, Польша) кафедра процессов и аппаратов пищевых производств. тел. +48601961171

профессор Ю.А. Фатыхов

(Калининградский государственный технический университет) кафедра пищевых и холодильных машин. тел. 8652471280

профессор А. Довгалло

(Морской институт рыболовства, г. Гдыня, Польша) отдел новой техники. тел. +48728819382

Professor D. Dutkiewicz

(Koshalin polytechnic University, Poland) Department of processes and apparatuses of food products. phone +48601961171

professor Iu. A. Fatykhov

(Kaliningrad State Technical University) Department of food and refrigeration machines. phone 8652471280

professor A. Dowgiullo

(Morski Instytut Rybacki, Poland) Department of innovative machinery. phone. +48728819382

О взаимосвязи физических свойств пищевого сырья и способов реализации процессов на основе системного подхода

About dependence of physical properties of food raw materials and ways for realization of processes based on system approach

Реферат. Рассматриваются значение системного подхода в обучении будущих специалистов и системная структура интеграции технологического оборудования и создания способов действия машин. Появление биоинженерии требует нового способа мышления на базисе синергетического и системного подхода. В обучении специалистов пищевой промышленности системное мышление должно быть направлено на установление функциональной, структурной и параметрической сущности машин и аппаратов. Итог системного объекта обработки – структура создаваемого оборудования, в которой обосновывается рациональный способ реализации осуществляемого процесса. В системной структуре техники в качестве действия и объектов выступают операторы, операнды и операции. Предложена системная структура интеграции технологического оборудования для выполнения процессов сборки (синтеза) и разборки (анализа) пищевого сырья. Рассматривается системная структура создания способов выполнения единичных механических процессов, связывающих две структуры материальный – физические свойства сырья и рабочие органы машины; и две структуры абстрактного характера – функцию машины и способ ее действия.

Summary. The meaning of system approach to teaching would be specialists for food industry and system structure of integrating technological equipment and methods of machine operation is discussed. Emergence of bioengineering demands a new way of thinking based on synergetics and system approach. In teaching specialists for food industry a system thinking must be directed at establishing functional, structural and parametric essence of machines and apparatuses. The result of system analysis is establishing of dependence of processed object properties on structure of equipment being designed, where the rational way of the process is being founded. In system machinery structure operators, operands and operations function as actions technological equipment with the purpose of assemblage (synthesis) and dismantle (analysis) of food raw is suggested. A system structure of creating ways of fulfilling single mechanic processes connecting two structures: materialand physical properties of raw and machines' working heads; and two structures of abstract character – machine functions and ways of its operation

Ключевые слова: системный подход, интеграция, машины, аппараты, процессы, свойства, способы.

Keywords: system approach, integration, machines, apparatuses, properties, ways.

Повышение уровня жизни общества требует постоянной модернизации промышленного производства путем внедрения инноваций, возникновение которых в решающей степени

зависит от уровня развития науки, качества и способа подготовки специалистов и их предприимчивости.

© Дуткевич Д., Фатыхов Ю.А., Довгалло А., 2014

Высокие темпы развития пищевых технологий и сопутствующей техники производства привели к такому объему знаний, при котором возникла угроза информационного кризиса в возможностях их освоения в высших учебных заведениях [1]. Научные знания накапливались многие годы путем обобщения теории и практики создаваемой в более 30 отраслях пищевой промышленности. Технологическое оборудование, применяемое для переработки сотен видов сельскохозяйственного сырья растительного и животного происхождения, насчитывает более двух тысяч видов машин, аппаратов и биореакторов и многократно больше их видоизменений (типов).

Процесс дифференциации знаний и инженерии не уравнивается системной интеграцией, что ведет к возникновению многих проблем. Одной из них является узкая специализация при подготовке инженерных специалистов, в то же время наука становится все более междисциплинарной. Сотрудничество стало необходимостью как в научной деятельности ученых, так и в процессе создания инноваций.

Такое положение привело к рождению новой полидисциплины, называемой биоинженерией, которая интегрирует знания разных областей науки. Из самого названия вытекает, что ее предметом является инженерия материалов биологического происхождения, но рожденных не только в естественных (на полях), но и в искусственных (в ретортах) условиях. Создающаяся дисциплина требует нового способа мышления на базисе синергетического и системного подхода, так как она объединяет накопленные в различных областях знания, существующие в биологии, технике, экономике, информатике и т.д.

В работе [2] обобщен материал, содержащий философские основы развития технологий пищевых производств как систем процессов и поточных линий как систем машин. Авторы предлагают принципиально новое концептуальное решение проблемы взаимной адаптации (реакции системы к изменяющимся внешним и внутренним условиям) машинных технологий к технологическим свойствам пищевых сред, подчеркивая необходимость синтеза и анализа интегрированной системы «технологические свойства пищевых сред – процессы обработки – машины, аппараты и биореакторы».

Эти и другие работы академика РАН В.А. Панфилова и его коллектива инспирировали авторов данной статьи попытаться рассмотреть вопрос системной структуры, интегрирующей технологическое оборудование пищевых производств и структуру создания

способов работы машин пищевых производств, в которых системным классификатором являются не виды сырья, а его физические свойства. Термин «физические свойства» широко применяется за рубежом по отношению к тем свойствам, которые определяются только с применением физических методов измерения сырья без деструктуризации его структурного строения и изменения химического и материального состава. Во всех отраслях пищевой промышленности эти свойства, по мере развития инструментальных методов исследования, широко изучаются; они имеют исключительное аппликационное значение в развитии изобретательства как в технологии, так и в технике.

Многостороннее значение физических свойств сырья, особо относящееся к механическим однооперационным процессам переработки, количество и масштабы которых во много раз превышают другие, применяемые в пищевой промышленности (например, измельчение), во многих учебных и научных изданиях недостаточно подчеркнуто, особенно в отношении указания их системной связи со способами действия машин. Следует подчеркнуть, что системная структура создаваемых способов, в которых другие свойства пищевого сырья (например, теплофизические и т.д.) являются системным классификатором, относится также к способам реализации аппаратных процессов, которые относительно давно созданы, прежде всего, в химической технологии, и широко представлены в спектре промышленного производства.

Применяемый в статье многозначный термин «структура» определяет сам способ взаимного подчинения составных частей и их подчинения в определенную цельность, какой является любая система. В то же время структура обозначает также все созданные человеком бытия материального и умственного (абстрактного) характера. Самые же системы относим к умственным бытиям, ибо они в действительности не существуют и являются только методическим подходом – моделью упорядоченного взгляда определенной цельности, в совокупности представляющей определенный фрагмент знаний. Принципиально можно выделить много систем, которые определяют принятые системные классификаторы.

Представленная далее системная структура способов действия машин указывает реляции (связи) между структурами материального характера, какими являются физические свойства сырья, элементы и узлы, составляющие машины, со структурами абстрактными, какими являются функции, исполняемые машинами, и предназначенные для этого способы их выполнения.

Общей теорией мышления (cognitivescience) доказано, что человеческому разуму присущи определенные свойства мышления, на первый взгляд не имеющие много общего, однако создающие в совокупности цельность, относящуюся к материальным и умственным бытиям. Это положение определяет значение системного структурированного знания. Системные структуры, хотя и не раскрывают точно и полностью существа связи между ее элементами (системными совокупностями), но указывают направление правильного пути, что тоже ценно.

В обучении будущих инженеров («инженериум», лат. – творчество, изобретательность) следует в большей степени учитывать, что в эпоху мехатроники, информационной и интернет революций капитализм перешел с промышленной фазы развития к когнитивной, в которой главным источником стоимости и орудием в конкурентной борьбе являются научные открытия, изобретения и скорость их внедрения в производственное и общественное пространство.

Системный подход в инженерии пищевых производств содействует развитию определенного вида мышления, которое направлено на совершенствование производственных процессов и создание новых продуктов, в том числе, машин, аппаратов и биореакторов.

Широкая доступность интернет-информации привела к тому, что в процессе обучения будущих специалистов основной задачей становится не столько количество приобретенных знаний, сколько развитие общих принципов абстрактного мышления, как ключа к умению их творческого использования и понимания их предметного существа.

В обучении как механиков, так и технологов пищевой промышленности системное мышление должно быть направлено на установление функциональной, структурной и параметрической сущности машин и аппаратов, их взаимосвязи, отбрасывая при этом второстепенные элементы, не имеющие принципиального значения и ведущие к информационной перегрузке. Итогом системного анализа должно быть четкое понимание также взаимосвязи свойств объекта обработки (какие свойства или разница их значений) со структурой создаваемой машины или аппарата определенного вида, в которой наиболее рационально обосновывается выбранный способ реализации осуществляемого процесса.

На наш взгляд, такой подход следует учитывать при создании новой учебной литературы, даже если придется ограничивать количество описываемого традиционным способом технологического оборудования.

Инженерия процессов пищевых предприятий является частью общего понятия техники производства. Только вид перерабатываемого сырья, а вернее его специфические свойства, обосновывают возможность ее выделения в самостоятельную научную дисциплину. Авторы статьи пришли к выводу, что существующая системная структура, интегрирующая общую технику производства, представленная на рисунке 1 [3], может стать основой создания аналогичной системы для технологического оборудования пищевых производств.

Рассматривая системно совокупность способов производства, определяющих понятие техники, М. Габрысяк, раскрывая ее системную структуру, принял, что в ней выступают только действия и объекты, которые служат для выполнения каких-либо действий. Объекты, при помощи которых действия (операции) превращают их в требуемое состояние, называют «операндами», а объекты, которые исполняют эти действия – «операторы». Каждый технический процесс можно представить как требуемую реляцию между операндом (материал, энергия, информация) и оператором (человек, машина, робот и др.). Такой вид графического представления интеграции структуры понятия техники генерирует способ мышления, определяемый как системный подход.

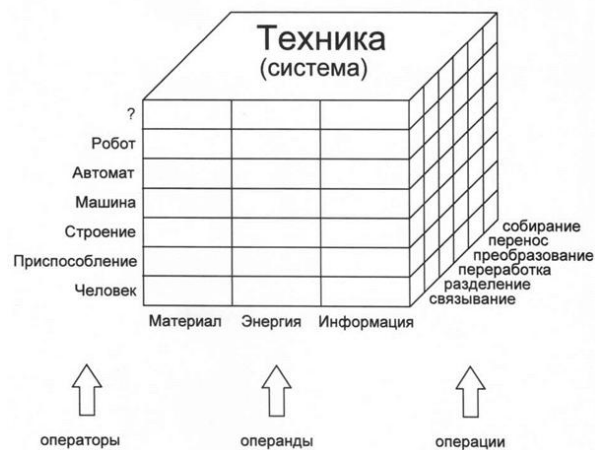


Рисунок 1. Пример системной структуры интеграции общей техники

На основании приведенной логики можно создать системную структуру интеграции процессов и оборудования пищевых производств. В этом случае графа операторов конкретизируется видами технологического оборудования, присущего пищевой промышленности. Операндом системы является материал биологического происхождения, с которым осуществляют известные операции пищевых технологий, базируясь на закономерностях изменения присущих им свойств. С этой точки зрения, для рационального функционирования

пищевого технологического оборудования важна, если можно так выразиться, не физическая сущность материала, а его свойства и их изменение в процессе обработки.

Существующая системная интеграция пищевого сырья с процессами их переработки и технологическим оборудованием является системой редуccionного характера, разделяющей пищевую промышленность на отрасли, так как в ней вид сырья является системным классификатором.

В другой системе, интегрирующей отрасли пищевой промышленности, системным классификатором являются не виды сырья, а, так называемые, основные процессы феноменологического характера, к которым относятся: механические, гидромеханические, тепло- и массообменные, а также биотехнологические.

Сегодня осуществляется попытка разделения сельскохозяйственного сырья и сырья для перерабатывающей пищевой промышленности на два вида: сырье растительного и животного происхождения. Система интеграции такого сырья с оборудованием предложена в работе [4]. Такое разделение узаконено ФГОС ВПО третьего поколения при подготовке бакалавров-технологов пищевой промышленности. (Примечание автора: гидробионты (рыба, водоросли и др.), добываемые флотом рыбной промышленности – сырье для перерабатывающей промышленности животного происхождения; водоросли – сырье растительного происхождения; рыба, выращенная в индустриальных объектах аквакультуры – сельскохозяйственное сырье?).

Представляется наиболее совершенным разделение системы технологических процес-

сов и оборудования, вне зависимости от вида пищевого сырья, которое классифицируется как сельскохозяйственное сырье, на две основные подсистемы: анализа и синтеза [2]. В состав первой входят процессы разборки сельскохозяйственного сырья на анатомические части; в другой – процессы сборки из этих и добавленных частей многокомпонентных пищевых сред. Также выделяется подсистема комбинированной (использующей и анализ, и синтез) переработки сельскохозяйственного сырья.

Прогнозируя в будущем развитие пищевой промышленности, академик РАН В.А. Панфилов обосновывает целесообразность и необходимость создания единого системного комплекса аграрно-пищевых технологий АПК России, объединяющего производящие и перерабатывающие технологии. Аспекты создания комплекса и его системообразующие факторы изложены им в статье [5].

Системная структура интеграции технологического оборудования пищевых производств, отражающая предложенный в статье подход, представлена на рисунке 2.

Представленная структура не содержит комбинированное технологическое оборудование, так как анализ и синтез сырья осуществляют не в единичном оборудовании, а в технологическом потоке (линии).

Среди операторов введена также структура гибридного характера, учитывая возрастающее число устройств, совмещающих механические и аппаратные процессы (например, экструдеры с технологическими зонами). На наш взгляд, понятие «аппаратов» является более широким, включающим в свой состав биореакторы.

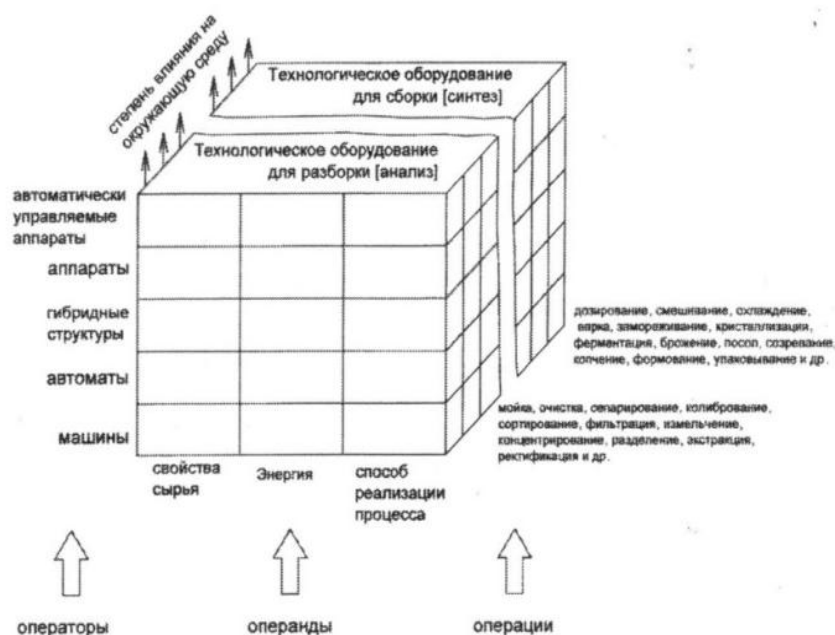


Рисунок 2. Системная структура интеграции технологического оборудования для выполнения процессов сборки и разборки пищевого сырья

Представленная на рисунке 2 структура должна учитывать степень влияния технологического оборудования на окружающую среду, так как по мере роста промышленного производства во всем мире неизбежным оказывается негативное воздействие антропогенной деятельности человека, в том числе и на его здоровье. В частности, озабоченность мирового сообщества в указанном аспекте выразилась в принятии многими странами известных Конвенции и протоколов, запрещающих производство и использование озоноразрушающих хладагентов.

Важность этого аспекта подтверждена и в Российской системе высшего профессионального образования принятием новой классификации научных специальностей, по которой обучение аспирантов в текущем году осуществляется по направлению «Промышленная экология» (взамен специальностей «Процессы и аппараты пищевых производств» и соответствующих специальностей технологов и биотехнологов пищевой промышленности).

На рисунке 2 операнд «информация» конкретизируется применительно к технологическому оборудованию пищевых производств как способ реализации единичного процесса и его рациональные (или оптимальные) параметры.

Так как строгого соответствия между технологическим оборудованием для анализа и синтеза сырья и реализуемыми процессами (механическими, гидромеханическими, тепло- и массообменными, биотехнологическими) нет, и более того, в оборудовании все чаще реализуются совмещенные процессы, в данной системной структуре указаны конкретные операции. Однако, если в нее добавить наименования видов машин и аппаратов, можно получить системную классификацию технологического оборудования по технологико-функциональному признаку.

В научных исследованиях изучению свойств сельскохозяйственного сырья уделялось повышенное внимание, о чем свидетельствует выделение этой области знаний в отдельную дисциплину (Food Materials Science). Изданная в 50-х годах прошлого столетия в 2-х томах в США монография Нури Моксенина содержит сведения о множестве свойств различного сырья, разделенных на группы: геометрические, механические, акустические, электрические, колориметрические, реологические и др. В современных условиях возросло значение знаний о свойствах объекта переработки, без которых проектирование машин и аппаратов, моделирование процессов невоз-

можно. В умственном процессе создания способов работы машин и аппаратов эти знания имеют исключительное значение. Анализ творческой деятельности изобретателя показывает [6], что разработка нового способа переработки материалов обязательно опирается на сведениях какого-либо физического свойства, существующего в сырье, или на разнице их величин, проявляемых при определенном воздействии на объект.

Следует отметить, что системные структуры способов действия аппаратурных процессов, особо изученных в области химической технологии и адаптированных к пищевым технологиям, представлены и изучены достаточно полно. На рисунке 3 представлена предлагаемая авторами системная структура создания способов выполнения единичных механических процессов, связывающих две материальные структуры – физические свойства сырья и рабочие органы машины; и две структуры абстрактного характера – функцию машины и способ ее действия. Следует отметить, что определенный способ действия машины может быть реализован в форме многих конструктивных решений.



Рисунок 3. Системная структура создания способов выполнения единичных механических процессов

Об обучении студентов посредством интегрирования знаний, в котором системная структуризация является только одним из способов, дискуссионно был высказан интересный аспект

о цели обучения на метафорическом примере «дорожной карты». Не следует учить студента, как доехать в одно определенное место, ему неизвестное: следует научить, как ей пользоваться для достижения любого места. В процессе обучения пищевой инженерии, особенно в условиях

сокращенной программы бакалавриата, преимущественное значение имеют знания методов системного анализа, функционального, структурного и параметрического, в том числе, математического, описания модели технологических процессов и оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Панфилов В.А. Теория пищевых технологий как система знаний // Известия КГТУ. 2011. №21. С.11-18.
- 2 Антипов С.Т., Панфилов В.А., Ураков О.А., Шахов С.В. Системное развитие техники пищевых технологий. М.: КолосС, 2010. 762 с.
- 3 Gabrysiak M. Edukacja metatechnicena. Radom: Wydanie Politechniki Radomskiej, 1988.
- 4 Dutkiewicz D., Slowinski B. Systemowa integracja zróznicowania Surowców, maszyn i aparatów przetworstwa spożywczego // Postępy techniki przetworstwa spożywczego. 2013. №2. S. 121-125.
- 5 Панфилов В.А. Аграрно-пищевая технология: эффект системного комплекса // Известия КГТУ, 2014. №35.
- 6 Бывальцев А.И., Шахов С.В., Бывальцев В.А. Основы технического творчества. Учебное пособие. Воронеж: ОАО «Центрально-Черноземное книжное изд-во», 2008. 300 с.

REFERENCES

- 1 Panfilov V.A. The theory of food technologies as the system of knowledge. *Izvestia KGTU*. [Proceeding of KSTU], 2011, no. 21, pp. 11-18. (In Russ.).
- 2 Antipov S.T., Panfilov V.A., Urakov O.A., Shakhov S.V. Sistemnoe razvitie pishchevykh tekhnologii [System development of food technologies equipment]. Moscow, KolosS, 2010. 762 p. (In Russ.).
- 3 Gabrysiak M. Edukacja metatechnicena. Radom: Wydanie Politechniki Radomskiej, 1988.
- 4 Dutkiewicz D., Slowinski B. Systemowa integracja zróznicowania Surowców, maszyn i aparatów przetworstwa spożywczego // *Postępy techniki przetworstwa spożywczego*. 2013. №2. S. 121-125.
- 5 Panfilov V.A. Agrocultural-food technology: effect of system complex. *Izvestia KGTU*. [Proceeding of KSTU], 2014, no.35. (In Russ.).
- 6 Byvaltsev A. I., Shakhov S.V., Byvaltsev V.A. Osnovy tekhnicheskogo tvorchestva [Basics of engineering creativity]. Voronezh, ОАО "Tsentrallyno-Chernozemnoe knizhnoe izd-vo", 2008. 300 p. (In Russ.).

УДК 664:542.69:621.867.4

Профессор В.А. Афанасьев, соискатель О.В. Денисов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) хлебопекарного, макаронного, кондитерского и зерноперерабатывающего производств. тел. (473) 255-65-11

E-mail vnii_kp@mail.ru

Professor V.A. Afanas'ev, applicant O.V. Denisov

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of technology baking, macaroni, confectionery and grain processing industries. phone (473) 255-65-11

E-mail vnii_kp@mail.ru

Разработка технологии приготовления премиксов и оборудования для ее реализации

Working out of technology of preparation premix and the equipment for its realization

Реферат. В статье приведено обоснование и разработка технологии приготовления витаминных, минеральных и комплексных премиксов с вводом растительного масла и комплекта оборудования для ее реализации. При проведении исследований применяли двухкомпонентную смесь. В качестве основного компонента использовали измельченную пшеницу, а в качестве ключевых компонентов – металлическую примесь с магнитными свойствами, витамин B₂ и соль микроэлементов MnSO₄. Качество готовой смеси определяли по критерию однородности. Точность дозирования микрокомпонентов определяли путем дозирования витаминов B₅, E, A и солей микроэлементов MnSO₄, FeSO₄, CuSO₄. Проведены также исследования по вводу масла растительного в наполнитель. При вводе масла в смеситель в количестве 2 % однородность смеси наполнителя с маслом составляла 94 %. Мелкодисперсный распыл масла обеспечивался специальной конструкцией форсунок. Для проведения исследований по смешиванию витаминов, солей микроэлементов с наполнителем разработан экспериментальный смеситель, состоящий из корпуса, нижняя часть которого имела форму сдвоенного желоба, и крышки. Внутри корпуса размещены два горизонтальных вала, вращающихся в противоположные стороны. На каждом валу имеется четыре ряда лопастей. В верхней части смесителя над лопастными валами расположен распределительный коллектор с форсунками. В результате проведенных исследований установлено, что точность дозирования витаминов B₅, E, A в количествах 0,02 и 0,2 % не превышает 1 % от заданной массы компонента; точность дозирования солей микроэлементов MnSO₄, FeSO₄, CuSO₄ в количествах 0,2 % не превышает 1 % от заданной массы компонента; высокое качество смешивания обеспечивается конструкцией смесителя, который реализует псевдооживленный метод смешивания.

Summary. The article describes validation and development of technology of vitamin, mineral and complex premixes with the introduction of vegetable oil and a set of equipment for its implementation. The two-component mixture was used for research. Crushed wheat was used as the main component, and the metal admixture with magnetic properties, vitamin B₂ and salt of micronutrients MnSO₄ as key components. Quality of the final mixture was determined by the homogeneity test. Trace components dosing accuracy was determined by dosing vitamins B₅, E, A, and trace-element salts MnSO₄, FeSO₄, CuSO₄. Also introduction of vegetable oil in the filler was researched. When the oil was entering the mixer in an amount of 2 % homogeneity of the filler and oil mixture was 94 %. The oil fine spray was provided by special nozzles design. A pilot mixer consisting of a body having a lower portion of the shape of the double trough and lid is developed for conducting research in mixing vitamins, salts of trace elements with the filler. Inside the case, there are two horizontal shafts, rotating in opposite directions. Each shaft has four rows of blades. In the upper part of the mixer above paddle shafts manifold with injectors is located. The studies found that the accuracy of dosing vitamins B₅, E and A in amounts of 0,02 and 0,2%, does not exceed 1 % of a set weight of component; accuracy of dosing of trace components salts MnSO₄, FeSO₄, CuSO₄ in amounts of 0,2 % does not exceed 1 % of a set weight of component; high quality of mixing provided by a mixer design that implements the fluidized mixing method.

Ключевые слова: смешивание, компоненты, конструкция смесителя, критерий однородности.

Keywords: mixing, components, mixer design, homogeneity test.

Важное место в производстве полнорационных комбикормов для различных групп сельскохозяйственных животных и птицы отводится премиксам – однородным смесям биологически активных веществ (БАВ) с наполнителем. Ввод премиксов в комбикорма осуществляется в небольших количествах, что выдвигает более высокие требования к их приготовлению на всех стадиях производства [1, 2].

Технология приготовления премиксов включает следующие операции: подготовка наполнителя; подача макрокомпонентов; подача средних компонентов; ввод микрокомпонентов; подготовка йодистого калия; ввод холинхлорида и жира; дозирование и смешивание компонентов; затаривание продукции [3, 4].

© Афанасьев В.А., Денисов О.В., 2014

Целью работы является обоснование и разработка технологии приготовления витаминных, минеральных и комплексных премиксов с вводом масла растительного и разработка комплекта оборудования для ее реализации.

Экспериментальные исследования проводили на компонентах премиксов, физико-механические свойства которых приведены в таблице 1.

При проведении исследований двухвального лопастного смесителя периодического действия вместимостью 1000 л применяли двухкомпонентную смесь [5]. В качестве основного компонента использовали наполнитель (измельченная пшеница). В качестве ключевых компонентов применяли: металлическую примесь с магнитными свойствами, витамин В₂ и соль микроэлементов MnSO₄.

Т а б л и ц а 1

Физико-механические свойства компонентов

Наименование компонента	Влажность, %	Объемная масса, кг/м ³	Средний размер частиц, мм	Угол естественного откоса, град
B ₃	1,2	577	0,24	44
B ₅	0,5	708	0,02	50
E	0,5	620	0,32	37
A	3,7	683	0,2	33
MnSO ₄	26,8	1292	0,28	40
FeSO ₄	39,2	765	0,3	55
CuSO ₄	28,8	1302	0,64	36
Измельченная пшеница	12,1	560	0,02	36
Металломагнитная примесь	-	2500	0,4	-
B ₂	1,5	430	0,7	50
MnSO ₄	26,8	1292	0,28	40

Отбор проб осуществляется в смесителе в различных его зонах. Пробы для оценки качества смеси, получаемой в смесителе, отбирали по ГОСТ 13496.0-80. В каждом эксперименте отбирали 10 проб. Концентрацию металломагнитной примеси в пробах определяли по ГОСТ «Комбикорма. Методы определения содержания металломагнитной примеси» с использованием устройства для извлечения металломагнитных примесей УЗ-ДИМП. Содержание витамина В₂, соли микроэлементов MnSO₄ определяли по ГОСТ Р 52741, ГОСТ Р 51637.

Качество готовой смеси определяли по критерию однородности, являющемуся коли-

чественным показателем распределения ключевого компонента в смеси:

$$K_0 = \left(1 - \frac{1}{x_{cp}} \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_{cp})^2}{n-1}} \right) \cdot 100\% \quad (1)$$

где K_0 – однородность смешивания, %; X_i – содержание ключевого компонента в пробе, %; X_{cp} – среднее арифметическое значение содержания ключевого компонента по n пробам, %; n – количество проб.

Технические характеристики комплекта оборудования для дозирования витаминов, солей микроэлементов представлены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Технические характеристики комплекта оборудования для дозирования компонентов

Наименование показателя	Значение показателя		
Наибольший предел взвешивания весового устройства, кг	5	20	30
Наименьший предел дозирования компонентов, кг	0,1	0,5	1
Объем бункера, м ³	0,3		
Производительность шнекового питателя, м ³ /ч	0,11	0,3	0,3
Датчик веса, кг	10	50	75
Дискретность цифровой индикации массы компонентов, г	2	5	5
Время дозирования компонентов, с	240		
Установленная мощность, кВт	0,75	0,75	0,75
Погрешность дозирования от наибольшего предела дозирования, %	0,1	0,1	0,1
Погрешность дозирования от НмПВ	1		

Технические характеристики шнековых питателей представлены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Технические характеристики питателей

Диаметр шнека, мм	Диаметр вала, мм	Шаг, мм	Частота вращения, об/мин	Производительность, м ³ /ч	Мощность, кВт
78	55	25	58	0,11	0,75
96	55	25	93	0,3	0,75

Производительность шнековых питателей определяли путем дозирования микрокомпонентов В₃ и FeSO₄ за время, равное 60 с. Результаты определения фактической производительности питателей приведены в таблице 4.

Точность дозирования микрокомпонентов определяли путем дозирования витаминов В₅, Е, А и солей микроэлементов MnSO₄, FeSO₄, CuSO₄.

Эффективность работы комплекта оборудования с грузоподъемностью весов 5, 20 и 30 кг со шнековыми питателями производительностью 0,11 м³/ч и 0,3 м³/ч при дозировании микрокомпонентов витаминов В₅, Е, А и солей микроэлементов MnSO₄, FeSO₄, CuSO₄ с разными заданными значениями масс компонентов от 100 до 1000 г определяли по относительному отклонению действительного значения масс компонентов от заданных значений.

Т а б л и ц а 4

Определение производительности питателей

Наименование компонента	Объемная масса, кг/м ³	Ø шнека, мм	Частота вращения, об/мин	Масса отобранной пробы за 60 с, г	Производительность питателя	
					кг/ч	м ³ /ч
FeSO ₄	765	96	93	3315	198,9	0,3
В ₃	681	78	58	1192	71,5	0,11

Экспериментальные данные для комплекта оборудования грузоподъемностью весов 5 кг со шнековыми питателями производительностью 0,11 м³/ч при дозировании витаминов В₅, Е, А показывают, что точность дозирования не превышает 1 % по отношению к заданным значениям компонентов.

Экспериментальные данные для комплекта оборудования грузоподъемностью весов 20 и 30 кг со шнековыми питателями производительностью 0,3 м³/ч при дозировании солей микроэлементов MnSO₄, FeSO₄, CuSO₄ показывают, что точность дозирования не превышает 1 % по отношению к заданным значениям компонентов. Потребляемая мощность питателя при дозировании витаминов или солей микроэлементов составляет 0,26 кВт.

Технические параметры смесителя представлены в таблице 5.

Т а б л и ц а 5

Технические параметры смесителя

Наименование параметра	Значение
Вместимость, л	1000
Однородность смешивания, %	95
Время смешивания, мин.	4
Время выгрузки, с	10
Частота вращения лопастного вала, об/мин	30
Установленная мощность, кВт	16,1
Радиальный зазор между лопастями и корпусом, мм	5
Количество ввода масла растительного, %	4
Габаритные размеры, мм	2380×1720×2070
Масса, кг	1800

Эффективность работы смесителя определяли по однородности распределения ключевых компонентов металломагнитной примеси, витамина В₂, соли микроэлементов MnSO₄ и масла растительного. Высокая эффективность двухвального лопастного смесителя наглядно отображена на рисунке 1 в виде зависимости коэффициента вариации от времени смешивания наполнителя (измельченная пше-

ница) с ключевым компонентом (марганец сернокислый) и витамином В₂.

Смеситель обеспечивает однородность смеси 95 % за короткое время, равное 60 с. На рисунке 2 представлена зависимость коэффициента вариации от времени смешивания наполнителя (измельченная пшеница) с ключевым компонентом (металломагнитная примесь 0,1 %) при различных загрузках смесителя.

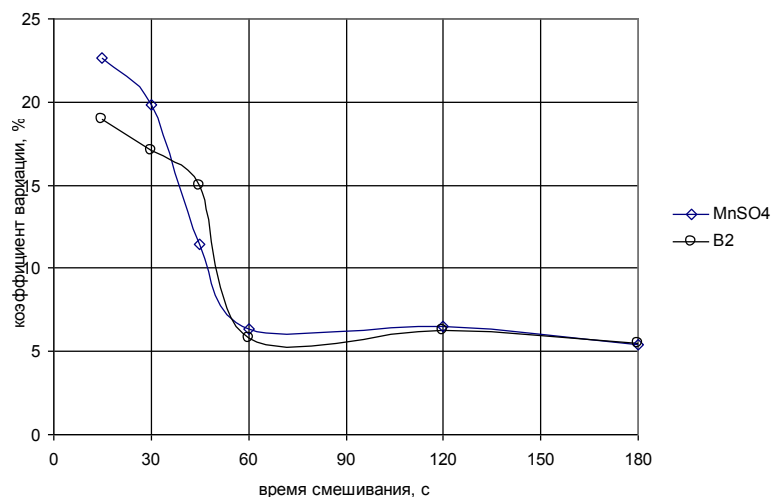


Рисунок 1. Зависимость коэффициента вариации от времени смешивания наполнителя с различными ключевыми компонентами

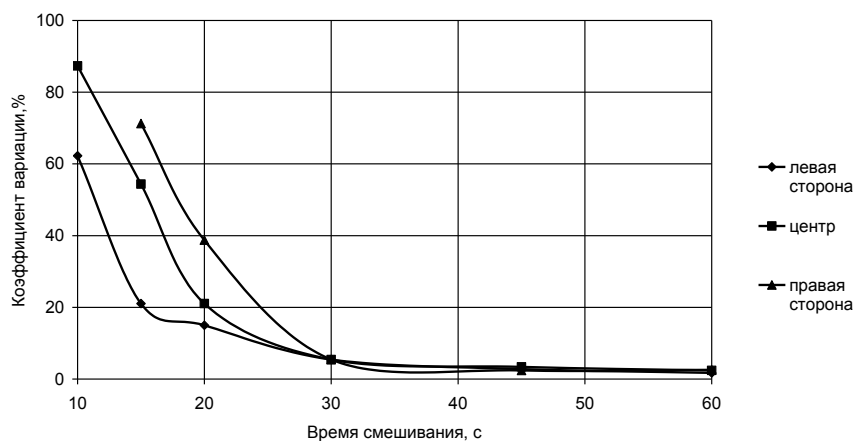


Рисунок 2. Зависимость коэффициента вариации от времени смешивания при различных загрузках смесителя

На рисунке 3 представлена зависимость коэффициента вариации от времени смешивания наполнителя (измельченная пшеница) с ключевым компонентом (металломагнитная примесь 0,1 %) при различных местах ввода его в смеситель. Эффективность работы смесителя при различных количествах ключевых компонентов по отношению к наполнителю:

металломагнитной примеси (0,2 %, 0,1 %, объемная масса 2500 кг/м^3), витамина B_2 (0,02 %, объемная масса 430 кг/м^3), соли микроэлементов $MnSO_4$ (0,6 %, объемная масса 1292 кг/м^3) определяли при постоянных параметрах смесителя: вместимости смесительной ванны, равной 1000 л, частоте вращения лопастного вала 30 об/мин и окружной скорости 1,45 м/с.

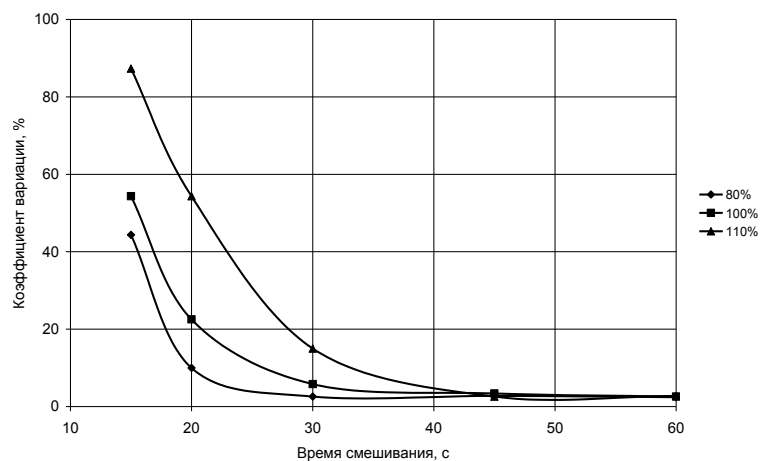


Рисунок 3. Зависимость коэффициента вариации от времени смешивания при различных местах ввода ключевого компонента в смеситель

Экспериментальные данные при изменении количества металломагнитной примеси от 0,2 до 0,1 % показывают, что однородность смеси составила 94-95 % за 60 с. Анализ экспериментальных данных по определению эффективности работы смесителя при вводе соли микроэлементов MnSO_4 в количестве 0,6 % (3000 г), витамина B_2 в количестве 0,02 % (100 г) показывает, что однородность смеси составляет 95 % за 60 с. При вводе масла растительного в смеситель в количестве 2 % однородность получаемой смеси составляет 94,49 % за 120 с, что обеспечивает получение высокоомогенной смеси за короткий промежуток времени.

Потребляемая мощность смесителем при смешивании витаминов и солей микроэлементов составляет 4,5 кВт.

Проведены также исследования по вводу масла растительного в наполнитель. Ввод масла в наполнитель осуществлялся установкой ввода жидких компонентов периодического действия. Данная установка позволяет дозировать масло в количестве от 1 до 100 л. При вводе масла в смеситель в количестве 2 % однородность смеси наполнителя с маслом составляла 94 %. Мелкодисперсный распыл масла обеспечивался специальной конструкцией форсунок, позволяющих увеличить эффективность поглощения масла.

Физико-механические свойства растительного масла: начальная температура 20 °С, плотность 921 кг/м³, вязкость 0,059 Па·с.

Частоту вращения лопастного вала разрабатываемого образца смесителя приняли равной $n_2=30$ об/мин, используя кинематическое подобие при разработке конструкций смесителей различной.

Для проведения исследований по смешиванию витаминов, солей микроэлементов с наполнителем разработан и смонтирован экспериментальный смеситель (рисунок 4), состоящий из корпуса 1 и крышки 4. Нижняя часть корпуса

имеет форму сдвоенного желоба. Внутри корпуса 1 размещены два горизонтальных вала 2, вращающиеся в противоположные стороны. Валы установлены в подшипниковых опорах, расположенных на торцевых стенках корпуса 1 смесителя.

На каждом валу имеется четыре ряда лопастей 3. Угол поворота основных лопастей к оси вала 45°, а торцевых – 15°. Вращение лопастных валов смесителя осуществляется от электродвигателя через ременную и зубчатую передачи. В верхней части смесителя над лопастными валами расположен распределительный коллектор 5 с форсунками.

Разгрузка готовой смеси производилась через выпускные отверстия, расположенные в днище смесителя, которые в процессе смешивания закрыты задвижками 6. На корпусе 1 смесителя имеются два окна для производства профилактических и ремонтных работ, закрытых откидными дверками 7.

Во время работы смесителя создаются условия «псевдооживленного слоя», обеспечивающие быстрое и эффективное смешивание. При этом осуществляется линейное транспортирование смеси и одновременно интенсивное смешивание перпендикулярно направлению транспортирования. Различная плотность и разные размеры компонентов смеси не оказывают существенного влияния на процесс смешивания, в связи с невесомым состоянием смеси. Это способствует эффективному и качественному смешиванию различных продуктов и обеспечивает получение гомогенной смеси за короткий промежуток времени.

На основании экспериментальных данных по результатам исследований экспериментальных образцов комплекта оборудования для дозирования и смешивания микрокомпонентов с наполнителем определены конструктивные, кинематические и технологические параметры смесителя (таблица 6).

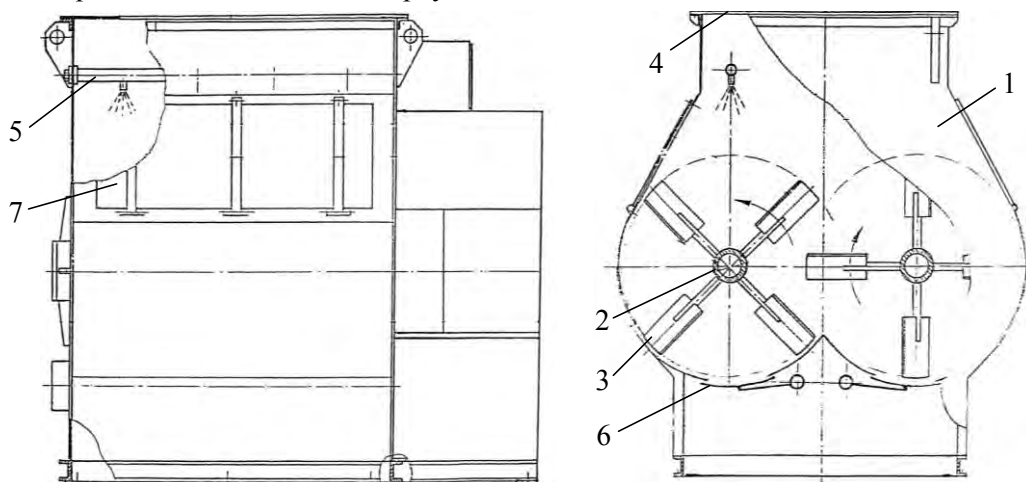


Рисунок 4. Смеситель двухвальный лопастной: 1 – корпус, 2 – вал, 3 – лопасть, 4 – крышка, 5 – коллектор, 6 – задвижка, 7 – дверка

Т а б л и ц а 6

Расчетные параметры
двухвального лопастного смесителя

Вместимость смесителя, л	1000
Частота вращения лопастного вала, об/мин	30
Габаритные размеры смесительной ванны, мм	1450×1700×1500
Размеры лопасти, мм	260 × 285
Угол поворота лопасти относительно вертикали, град	45

В результате проведенных исследований двухвального лопастного смесителя вместимостью 1000 л для смешивания наполнителя с витаминами и солями микроэлементов установлено:

- точность дозирования витаминов B₅, E, A в количествах 0,02 и 0,2 % не превышает 1 % от заданной массы компонента;

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Василенко В.Н., Остриков А.Н. Техника и технологии экструдированных комбикормов. Воронеж: ВГТА, 2011. 456 с.
- 2 Lucht H. W. Expandiertes Leistungsfutter für Milchkühe Kraftfutter. 2002. № 84. P. 233-238.
- 3 Еременко С., Зудин В., Федоров А. Получение комбикормов с заданными свойствами // Комбикорма. 2009. № 1. С. 29-30.
- 4 Бойко Л., Петров Н., Трунова Л., Фатьянова Н. Прогрессивные технологии для производства комбикормов // Комбикорма. 2005. № 4. С. 23-24.
- 5 Черняев Н.П. Дозирование – взвешивание // Комбикорма. 2010. № 3. С. 40-41.

- точность дозирования солей микроэлементов MnSO₄, FeSO₄, CuSO₄ в количествах 0,2 % не превышает 1 % от заданной массы компонента.

- при смешивании наполнителя с ключевыми компонентами: металломагнитной примесью в количествах 0,1 и 0,2 %, витамина B₂ в количестве 0,02 % и соли микроэлементов MnSO₄ в количестве 0,6 % однородность смеси достигает 95 % за 60 с.

- высокая точность дозирования микрокомпонентов 1 % обеспечивается специальной конструкцией шнековых питателей, характеризующейся переменным шагом, увеличивающимся к выпускному отверстию и отсутствием витков в конце шнека,

- высокое качество смешивания с однородностью 95 % обеспечивается конструкцией смесителя, который реализует псевдоожиженный метод смешивания.

REFERENCES

- 1 Vasilenko V.N., Ostrikov A.N. Tekhnika i tekhnologii ekstrudirovannykh kombikormov [Technique and technology of extruded mixed fodders]. Voronezh, VGTA, 2011. 456 p. (In Russ.).
- 2 Lucht H. W. Expandiertes Leistungsfutter für Milchkühe Kraftfutter. 2002. № 84. P. 233-238.
- 3 Eremenko S., Zudin V., Fedorov A. Obtaining of mixed fodders with the set properties. *Kombikorma*. [Mixed fodders], 2009, no. 1, pp. 29-30. (In Russ.).
- 4 Boiko L., Petrov N., Trunova L., Fat'ianova N. Progressive technologies for manufacture of mixed fodders. *Kombikorma*. [Mixed fodders], 2005, no. 4, pp. 23-24. (In Russ.).
- 5 Cherniaev N.P. Dispensing – weighing. *Kombikorma*. [Mixed fodders], 2010, no. 3, pp. 40-41. (In Russ.).

УДК 664.854.8

Аспирант В.Д. Демьянов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. тел. (473) 255-35-54

E-mail: Demmonrio@mail.ru

Graduate V.D. Dem'shanov

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of technology of fats, processes and devices, chemical and food industries. phone (473) 255-35-54

E-mail: Demmonrio@mail.ru

Эксергетический анализ технологической линии производства фруктовых цукатов

Exergy analysis of production line candied fruit

Реферат. Задача эксергетического анализа – оценка на основе второго закона термодинамики степени термодинамического совершенства технической системы в целом, а также выявление тех стадий технического процесса, на которых сосредоточены основные потери эксергии, с целью повышения эффективности ее работы. Использование эксергетического анализа позволяет решать широкий круг технических задач на основе унифицированной термодинамической методики. Эксергетический анализ выполнен по методике, в соответствии с которой теплотехнологическая система производства фруктовых цукатов условно отделена от окружающей среды замкнутой контрольной поверхностью. Схема обмена рассматриваемых теплотехнологических производств фруктовых цукатов материальными, тепловыми и энергетическими потоками с окружающей средой, а также между контрольными поверхностями. Эксергия вводимых в систему внешних материальных потоков: атмосферного воздуха, питьевой воды и раствора лимонной кислоты, а также выводимых потоков, не получивших приращение эксергии в процессе прохождения через контрольную поверхность – отработанных воздуха и воды после мойки, находящихся в термодинамическом равновесии с окружающей средой, равна нулю. В суммарное количество внутренних эксергетических потерь входят потери от конечной разности температур в результате теплообмена между высушиваемым сырьем и нагретым воздухом, электромеханические, возникающие при необратимом изменении структурно-механических свойств продукта, и гидравлические потери, обусловленные внезапным увеличением удельного объема воздуха при ее поступлении в рабочую камеру сушилки. Полученный эксергетический КПД равен 8,87 %, что на 3,7 % выше, чем при использовании технологии-прототипа, основанной на воздушно-солнечной сушке продукта. Это говорит о повышении степени термодинамического совершенства системы при использовании СВЧ-нагрева продукта в сочетании с отводом влаги в атмосферу низкотемпературным теплоносителем, что исключает значительные внешние потери эксергии на этапе сушки.

Summary. The task of exergy analysis - evaluation based on the second law of thermodynamics, thermodynamic degree of technical perfection of the whole system, as well as to identify those stages of a technical process, which contains the bulk of the loss of exergy in order to improve its efficiency. Using exergy analysis allows to solve a wide range of technical problems on the basis of a unified thermodynamic methods. Exergy analysis was performed by the method whereby thermotechnological system candied fruit production, conventionally separated from the environment of the closed control surface. Exchange scheme under consideration thermotechnological candied fruit production material, thermal and energy flows to the environment, as well as between the control surfaces. Exergy in external input material streams: air and water and citric acid, as well as output streams without having increment Shih-exergy in the process of passing through the reference surface - of running air-water and after washing, are in thermodynamic equilibrium with the surroundings is zero. In the total number of internal exergy losses include losses from the final result of the temperature difference in the heat exchange between the raw material to be dried and heated air electromechanical arising from irreversible alteration of structural and mechanical properties of the product, and the hydraulic loss due to the sudden increase of the specific volume of air as it enters the working chamber dryer. The resulting exergy efficiency is 8.87 %, which is 3.7 % higher than when using the technology of the prototype based on solar air-dried product. This indicates an increase in the degree of perfection of the thermodynamic system by using microwave heating of the product in combination with the removal of moisture in the atmosphere low temperature coolant, which precludes significant outside exergy loss on drying step.

Ключевые слова: Эксергетический анализ, энергетическая эффективность, цукаты.

Keywords: energy analysis, energy efficiency, candied

Эксергетический анализ является относительно новым методом термодинамической оценки совершенства теплотехнологических систем и базируется на использовании понятия эксергия при исследовании технических процессов. Этот метод применяют при анализе процессов, протекающих как при повышенных температурах, так и с использованием холодильных агрегатов. Развиваются также и технико-экономические приложения эксергетического метода [1].

Для определения возможных направлений повышения энергетической эффективности технологических схем необходимо оценивать уровень использования энергетических ресурсов. Для этого применяют эксергетический метод термодинамического анализа. Эксергетический анализ является относительно новым методом и базируется на использовании понятия эксергия при исследовании технических процессов.

© Демьянов В.Д., 2014

Понятия эксергия и энергия отличаются: энергия определяется фундаментальными свойствами материи, а эксергия характеризует пригодность энергии в данных условиях окружающей среды, параметры которой независимы от воздействия рассматриваемой теплотехнологической системы [2].

Задача эксергетического анализа – оценка на основе второго закона термодинамики степени термодинамического совершенства технической системы в целом, а также выявление тех стадий технического процесса, на которых сосредоточены основные потери эксергии, с целью повышения эффективности ее работы. Использование эксергетического анализа позволяет решать широкий круг технических задач на основе унифицированной термодинамической методики.

Эксергетический метод анализа позволяет оценить степень использования энергии, ее потери, а также получить распределение этих потерь по отдельным аппаратам производства, то есть выявить наименее эффективные из них.

Эксергетический анализ выполнен по методике, в соответствии с которой теплотехнологическая система производства фруктовых цукатов (рисунок 1) условно отделена от

окружающей среды замкнутой контрольной поверхностью, а внутри системы с учетом протекающих теплообменных процессов выделены следующие контрольные поверхности: I – подготовка сырья; II – удаление семенного гнезда; III – резка; IV – сульфитация; V – сушка.

Схемы обмена рассматриваемых теплотехнологических производства фруктовых цукатов материальными, тепловыми и энергетическими потоками с окружающей средой, а также между контрольными поверхностями представлена на рисунке 2.

Эксергия в каждой контрольной поверхности изучаемой технологической системы сушки, состоящей из классических необратимых процессов, уменьшается с течением времени, что связано с диссипацией энергии:

$$\Sigma E_x = \Sigma E_i + \Sigma D, \quad (1)$$

где ΣE_i – суммарная эксергия вводимых в контрольную поверхность материальных и энергетических потоков; ΣE_x – суммарная эксергия выводимых из контрольной поверхности полезных материальных и энергетических потоков; $\Sigma D = T_0 \cdot \Delta S$ – суммарные эксергетические потери (уравнение Гюи-Стодолы).

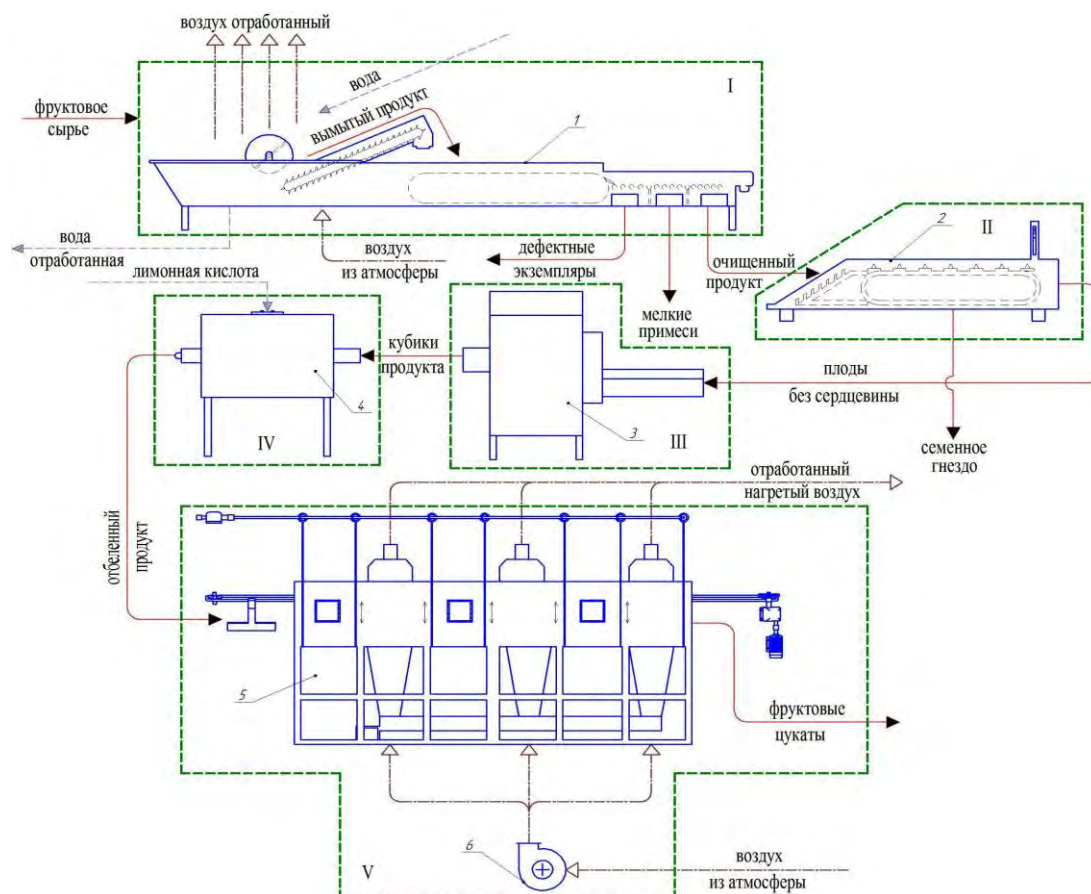


Рисунок 1. Схема технологического процесса: — — — — — продукт; — — — — — жидкость; — — — — — воздух; — — — — — границы контрольных поверхностей. 1 – моечно-калибровочный комплекс; 2 – машина для удаления семенного гнезда; 3 – резательная машина; 4 – сульфитатор; 5 – СВЧ-конвективная сушилка; 6 – вентилятор

Соотношение (1) для рассматриваемой технологии [9] рассматривалось в следующем виде:

$$E_1'' + \Sigma E_2'' + \Sigma E_3'' + \Sigma E_4'' + \Sigma E_5'' = E_1^K + \Sigma E_2^K + \Sigma D_i + \Sigma D_e, \quad (2)$$

где слагаемые этих уравнений – эксергия (кДж): исходного фруктового сырья E_1'' ; атмосферного воздуха $\Sigma E_2''$; питьевой воды $\Sigma E_3''$, лимонной кислоты для сульфитации $\Sigma E_4''$, суммарной электроэнергии $\Sigma E_5''$; фруктовых

цукатов (готовый продукт) E_1^K ; воздуха, выбрасываемого в атмосферу ΣE_2^K , отводимой после мойки сырья воды ΣE_3^K ; сумма потерь эксергии в результате необратимости процессов, происходящих внутри контрольной поверхности ΣD_i ; сумма потерь эксергии во внешнюю среду ΣD_e .



Рисунок 2. Схема обмена потоками между контрольными поверхностями предлагаемой теплотехнологической системы: — — — — — продукт; — — — — — вода; — — — — — воздух; — — — — — электроэнергия; — — — — — границы контрольных поверхностей

Уравнение (2) отражает изменение эксергии теплотехнологической системы за счет ввода исходного фруктового сырья, атмосферного воздуха, подвода электроэнергии к магнетронам; необратимых изменений структурно-механических свойств продукта, сопряженных с затратами электроэнергии на приводы технологического оборудования; приращения эксергии от механического трения в процессе удаления семенного гнезда, калибрования фруктов и измельчения; покрытия потерь, возникающих при необратимости процессов тепловой обработки промежуточного продукта в сушилке; изменения его теплофизических свойств; компенсации потерь, обусловленных действием окружающей среды.

Эксергия вводимых в систему внешних материальных потоков: атмосферного воздуха, питьевой воды и раствора лимонной кислоты, а также выводимых потоков, не получивших приращение эксергии в процессе прохождения через контрольную поверхность – отработанных возду-

ха и воды после мойки, находящихся в термодинамическом равновесии с окружающей средой, равна нулю, поэтому исключается из баланса.

В процессе нагрева сырья в технологическом оборудовании его химическая эксергия постоянна, так как его состав в процессе переработки не претерпевает изменений. Поэтому учитывается только его удельная термическая эксергия, определяемая на основании уравнения Гюи-Стодолы:

$$e_{\text{э.к.}} = e - e_0 = h - h_0 - T_0(S - S_0), \quad (3)$$

где e , e_0 , h , h_0 , S , S_0 – удельная термическая эксергия, кДж/кг, удельная энтальпия, кДж/кг и энтропия, кДж/(кг·К) продукта при текущих параметрах технологического процесса и в состоянии равновесия с окружающей средой.

Данные по теплофизическим свойствам воздуха, воды, сырья и продукта различной влажности и температуры взяты из справочной литературы [3-5].

Эксергию влажного воздуха, участвующего в процессе сушки сырья (в качестве охлаждающего агента), определяли, рассматривая его как бинарную смесь, состоящую из 1 кг воздуха и X кг водяных паров:

$$e_B = \bar{c}_B \cdot (T - T_0) - \left[T_0 \cdot \bar{c}_B \cdot \ln \frac{T}{T_0} - R_B \cdot \ln \frac{p - \phi \cdot p_s(T)}{p_0 - \phi_0 \cdot p_s(T_0)} + \right. \\ \left. + X \cdot (h_n - h_n^0 - T_0 \cdot (S_n - S_n^0)) \right], \quad (4)$$

где $\bar{c}_B$ – средняя удельная изобарная теплоемкость влажного воздуха между его текущим состоянием в потоке и состоянием равновесия с окружающей средой, кДж/(кг·К); p , p_0 и ϕ , ϕ_0 – полное давление, Па и относительная влажность воздуха, % в потоке и в окружающей среде; $p_s(T)$, $p_s(T_0)$ – давление насыщенного водяного пара при температуре потока и окружающей среды, Па; h_n , h_n^0 и S_n , S_n^0 – энтальпия и энтропия водяного пара при параметрах потока и окружающей среды, кДж/кг и кДж/(кг·К).

В работе рассмотрено влияние на систему внутренних D^i и внешних D^e эксергетических потерь.

В суммарное количество внутренних эксергетических потерь входят потери от конечной разности температур в результате теплообмена между высушиваемым сырьем и нагретым воздухом, электромеханические, возникающие при необратимом изменении структурно-механических свойств продукта, и гидравлические потери, обусловленные внезапным увеличением удельного объема воздуха при ее поступлении в рабочую камеру сушилки.

Потери, обусловленные конечной разностью температур между потоками, определяли по формуле:

$$D^{mo} = Q^{mo} \cdot \bar{\tau}_e, \quad (5)$$

где Q^{mo} – количество теплоты, переданное от одного потока к другому, кДж; $\bar{\tau}_e$ – среднее значение фактора Карно для двух взаимодействующих потоков.

Фактор Карно или эксергетическая температурная функция равна термическому КПД цикла Карно между температурами контрольной поверхности и условно принятой окружающей среды:

$$\tau_e = (T_{кл} - T_0) / T_{кл}, \quad (6)$$

где $T_{кл}$ – температура теплоносителя внутри контрольной поверхности, К.

Эксергетические потери вследствие падения давления воздуха при его подаче в контрольную поверхность (при его подводе в моечную ванну) определяли по формуле:

$$D^e = g \cdot \Delta H_e \cdot \frac{T_{кл}}{T_{ex}}, \quad (7)$$

где T_{ex} – температура, К воздуха на входе в контрольную поверхность; ΔH_e – гидравлические потери, м.

По формуле Дарси-Вейсбаха [6] найдены гидравлические потери при входе теплоносителя в контрольную поверхность:

$$\Delta H_e = \xi \cdot \frac{v_{ex}^2}{2g}, \quad (8)$$

где v_{ex} – средняя скорость прохождения воздуха по сечению подводящего трубопровода, м/с; ξ – коэффициент сопротивления, определяемый отношением внутреннего объема моечной ванны, рассматриваемой в качестве контрольной поверхности, к поперечному сечению входного отверстия.

Электромеханические потери эксергии тождественны мощности приводов технологического оборудования (моечно-калибровочный комплекс, машина для удаления семенного гнезда и т.д.), используемого в процессе обработки сырья и промежуточных продуктов [8].

Внешние потери D^e связаны с условиями сопряжения системы с окружающей средой. Они обусловлены различием температур теплоносителя и окружающей среды, несовершенством теплоизоляции оборудования, выбросом отработанного воздуха в атмосферу.

Потери эксергии в окружающую среду, обусловленные несовершенством теплоизоляции были найдены по формуле:

$$D^e = Q_{из} \cdot \tau_e, \quad (9)$$

где $Q_{из}$ – суммарные потери теплоты в окружающую среду через контрольную поверхность, кДж; τ_e – фактор Карно.

Эксергетические потери готовых фруктовых цукатов на выходе из последней секции сушилки при достижении ими термодинамического равновесия с окружающей средой были вычислены по следующей формуле:

$$D_{np} = h_{np} - h_{np}^0 - T_0 \cdot \bar{c} \cdot \ln \frac{T_{np}}{T_{np}^0}, \quad (10)$$

где h_{np} , T_{np} – энтальпия, кДж/кг и температура, К высушенного продукта, $\bar{c}$ – средняя удельная теплоемкость продукта между его текущим состоянием в момент выгрузки и в состоянии термодинамического равновесия с окружающей средой, кДж/(кг·К).

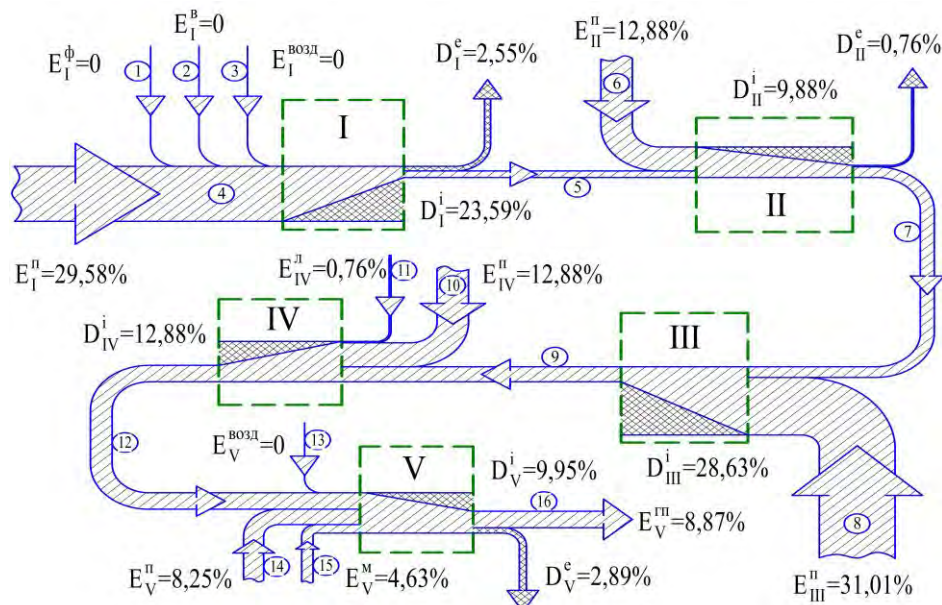


Рисунок 3. Диаграмма Грассмана-Шаргута для исследуемой технологии. I-V – номера контрольных поверхностей

Т а б л и ц а 1

Обозначения потоков на диаграмме Грассмана-Шаргута исследуемой линии
(прочерк – в значении внутренних потоков)

№ потока	Наименование потока	E , кДж/ч
1	Исходное фруктовое сырье	0
2	Вода	0
3	Воздух из атмосферы в камеру мойки	0
4	Приводы моечно-калибровочного комплекса	12400
5	Промытое и очищенное от примесей сырье	–
6	Привод машины для удаления семенного гнезда	5400
7	Плоды без сердцевин	–
8	Привод резательной машины	13000
9	Кубики продукта	–
10	Привод сульфитатора	5400
11	Лимонная кислота (0,15%-ный раствор)	320
12	Отбеленный продукт	–
13	Воздух из атмосферы в сушилку	0
14	Приводы вентилятора и транспортера	3460
15	Электроэнергия магнетронов	1940
16	Готовый продукт	3720

Т а б л и ц а 2

Эксергетический баланс исследуемой линии получения цукатов

Контрольная поверхность	Подвод эксергии				Отвод и потери эксергии			
	Наименование	Обозначение	E , кДж/ч	% суммарной эксергии	Наименование	Обозначение	E , кДж/ч	% суммарной эксергии
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	подготовка сырья	E_1^B	0	0	Внутренние потери Внешние потери (отработанные воздух и вода)	D_1^i	9890	23,59
		$E_1^φ$	0	0		D_1^e	1070	2,55
		$E_1^{возд}$	0	0				
		E_1^n	12400	29,58				
II	удаление семенного гнезда	E_{II}^n	5400	12,88	Внутренние потери	D_{II}^e	4140	9,88
					Внешние потери	D_{II}^i	320	0,76
III	резка	E_{III}^n	13000	31,01	Внутренние потери	D_{III}^i	12000	28,63
IV	сульфитация	E_{IV}^n	5400	12,88	Внутренние потери	D_{IV}^i	5400	12,88
		E_{IV}^n	320	0,76				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	сушка	$E_{\text{в}}$ $E_{\text{м}}$	3460 1940	8,25 4,63	Готовый продукт Внутренние потери Внешние потери	$E^{\text{тп}}$ $D_{\text{в}}$ $D_{\text{в}}^{\text{е}}$	3720 4170 1210	8,87 9,95 2,89
ИТОГО:			41920	100	–	–	41920	100
Эксергетический КПД:					8,87%			

Оценку термодинамического совершенства теплотехнологической системы производства фруктовых цукатов проводили по эксергетическому КПД, исходя из значения эксергии готовой продукции:

$$\eta_{\text{экс}} = \frac{\sum_{k=1}^l e_i^{\text{с}}}{\sum_{i=1}^n e_i^{\text{з}}} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^{\text{с}} - \sum_{j=1}^m D_j}{\sum_{i=1}^n e_i^{\text{з}}}, \quad (11)$$

где $\sum_{k=1}^l e_i^{\text{с}}$ – суммарная удельная эксергия цукатов, кДж/кг; $\sum_{i=1}^n e_i^{\text{з}}$ – суммарная затраченная удельная эксергия (подведенная в систему извне), кДж/кг; $\sum_{j=1}^m D_j$ – суммарные эксергетические потери, кДж/кг.

Эксергия материальных и энергетических потоков, а также внутренние и внешние эксергетические потери, рассчитанные по фор-

мулам (5-10), составили эксергетический баланс теплотехнологической системы производства фруктовых цукатов (таблица 2). Обозначение потоков на рисунок 3 представлено в таблице 1. При построении эксергетических диаграмм Грассмана-Шаргута (рисунок 3) в качестве абсолютного эксергетического параметра выбрана эксергетическая мощность E , кДж/ч.

Полученный по формуле (11) эксергетический КПД равен 8,87 %, что на 3,7 % выше, чем при использовании технологии-прототипа, основанной на воздушно-солнечной сушке продукта. Это говорит о повышении степени термодинамического совершенства системы при использовании СВЧ-нагрева продукта в сочетании с отводом влаги в атмосферу низкотемпературным теплоносителем, что исключает значительные внешние потери эксергии на этапе сушки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бродянский В.М., Фратшер В., Михалек К. Эксергетический анализ и его приложения. М.: Энергоатомиздат, 1988. 288 с.
- 2 Сажин Б.С., Булеков А.П. Эксергетический метод в химической технологии. М.: Химия, 1992. 208 с.
- 3 Гуляев В.Н., Дремина Н.В., Кац З.А. и др. Справочник технолога пищевого концентратного и овощесушильного производства. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 488 с.
- 4 Богословский С.В. Физические свойства газов и жидкостей. СПб.: СПбГУАП, 2001. 73 с.
- 5 Чубик И.А., Маслов А.М. Справочник по теплофизическим свойствам пищевых продуктов и полуфабрикатов. М.: Пищевая промышленность, 1970. 184 с.
- 6 Остриков А.Н., Красовицкий Ю.В., Шевцов А.А. и др. Процессы и аппараты пищевых производств. Кн. 1. СПб.: ГИОРД, 2007. 704 с.
- 7 Калашников Г.В., Остриков А.Н. Ресурсосберегающие технологии пищевых концентратов. Воронеж: Издательство ВГУ, 2001. 356 с.
- 8 Кац З.А. Производство сушеных овощей, картофеля и фруктов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 216 с.

REFERENCES

- 1 Brodyanskii V.M., Fratscher V., Mikhalek K. Eksergeticheskii analiz i ego prilozheniia [Exergy analysis and its applications]. Moscow, Energoatomizdat, 1988. 288 p. (In Russ.).
- 2 Sazhin B.S., Bulekov A.P. Eksergeticheskii metod v khimicheskoi tekhnologii [Exergic method in chemical engineering]. Moscow, Khimiia, 1992. 208 p. (In Russ.).
- 3 Guliaev V.N., Dremina N.V., Kats Z.A. et al. Spravochnik tekhnologa pishchekontsentratsionogo i ovoshchesushil'nogo proizvodstva [Directory technology-food and vegetable drying the concentrate production]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost', 1984. - 488 p. (In Russ.).
- 4 Bogoslovskii S.V. Fizicheskie svoistva gazov i zhidkosti [The physical properties of gases and liquids]. Saint-Petersburg, SPbGUAP, 2001. 73 p. (In Russ.).
- 5 Chubik I.A., Maslov A.M. Spravochnik po teplofizicheskim svoistvam produktov i polufabrikatov [Handbook on thermophysical properties of food products and semi-manufactured goods]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost', 1970. 184 p. (In Russ.).
- 6 Ostrikov A.N., Krasovitskii Iu.V., Shevtsov A.A. et al. Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv [Processes and devices of food manufactures]. Saint-Petersburg, GIORД, 2007. 704 p. (In Russ.).
- 7 Kalashnikov G.V., Ostrikov A.N. Resursosberegaiushchie tekhnologii pishchevykh kontsentratsion [Saving technologies of food concentrates]. Voronezh, Izdatel'stvo VGU, 2001. 356 p. (In Russ.).
- 8 Kats Z.A. Proizvodstvo sushenykh ovoshchei kartofelia i fruktov [Production of dried vegetables, potatoes and fruits] Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost', 1984. 216 p. (In Russ.).

УДК 664.8.037.5

Профессор С.Т. Антипов, доцент В.Ю. Овсянников,
магистрант Я.И. Кондратьева

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств.
тел. (473) 255-38-96
E-mail: ows2003@mail.ru

Professor S.T. Antipov, associate Professor V.Iu. Ovsiannikov,
master student Ia.I. Kondrateva

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of machines and
apparatuses of food production. phone (473) 255-38-96
E-mail: ows2003@mail.ru

Кинетика процесса концентрирования вымораживанием вишневого сока

Kinetics of the process of concentration by freezing the cherry juice

Реферат. Обоснована актуальность темы и определены основные направления исследований. Обоснован механизм процесса концентрирования жидких сред вымораживанием влаги, определяющийся в основном условиями миграции молекул воды к поверхности фронта кристаллизации и встраивании их в кристаллическую структуру льда. Показано, что режим вымораживания влаги характеризуется температурой теплообменной поверхности, воспринимающей теплоту кристаллизации влаги, скоростями перемещения и площадью поверхности контакта теплообменивающихся сред, видом и концентрацией растворенных веществ продукта. Охарактеризован процесс теплообмена между поверхностью кристаллизации и обрабатываемой технологической средой. Представлена схема работы экспериментальной вымораживающей установки и методика проведения опытов. Исследовано изменение средней величины количества вымороженного льда с единицы теплообменной поверхности вымораживающей установки во времени, отраженные в виде кривых роста и скорости роста ледяной фазы на поверхности теплообменных элементов площадью 0,08 м², за 3600 секунд в зависимости от температуры теплообменной поверхности и начального содержания сухих веществ в вишневом соке. Увеличение начального содержания сухих веществ в вишневом соке при постоянной температуре кипения хладагента в испарителе вымораживающей установки нелинейно снижает удельное количество льда, образовавшееся на теплообменной поверхности. Изменение температуры кипения хладагента также вызывает нелинейное увеличение удельного количества льда, вымороженного на теплообменной поверхности. Полученные кривые скорости роста ледяной фазы позволяют выделить участки кристаллизации влаги, имеющей различный характер связи с растворимым веществом. Исследовано изменение степени концентрации вишневого сока при вымораживании от температуры кипения хладагента и начального содержания сухих веществ в нем. Показано, что степень концентрирования вишневого сока снижается при увеличении начального содержания сухих веществ в нем и повышении температуры кипения хладагента в испарителе вымораживающей установки.

Summary. The urgency of theme is substantiated and the basic directions of studies are determined. Is substantiated the mechanism of the process of the concentration of liquid media by freezing moisture, that is determined in essence by the conditions for the migration of the molecules of water to the frontal surface of crystallization and their incorporation into the crystal structure of ice. It is shown that the regime of freezing moisture is characterized by the temperature of the heat exchange surface, which receives heat of crystallization of moisture, by the speeds of displacement and with the surface area of the contact of the being transferred heat media, by form and by the concentration of the dissolved substances of product. The process of heat exchange between the surface of crystallization and the workable technological medium is described. The schematic of the work of the experimental freezing out installation and the procedure of experiences is represented. Are investigated a change in the average value of a quantity of frozen out ice from the unit of heat exchange surface, which freezes out installations in the time, reflected in the form of the curves of increase and rate of growth in the icy phase on the surface of the heat exchange elements of area of 0.08 m², in 3600 seconds depending on the temperature of the heat exchange surface and initial content of dry matter in the cherry juice. An increase in the initial content of dry matter in the cherry juice at constant temperature of boiling refrigerant in the vaporizer of the freezing out installation nonlinearly reduces the specific quantity of ice, which was being formed on the heat exchange surface. A change in the boiling point of refrigerant also causes a nonlinear increase in the specific quantity of ice, frozen out on the heat exchange surface. The obtained curves of the rate of growth in the icy phase make it possible to isolate the sections of the crystallization of the moisture, which has different nature of connection with the solute. Is investigated a change in the degree of concentration of cherry juice with the freezing from the boiling point of refrigerant and initial content of dry matter. It is shown that the degree of the concentration of cherry juice is reduced with an increase in the initial content of dry matter in it and an increase in the boiling point of refrigerant in the vaporizer of the freezing out installation.

Ключевые слова: концентрирование вымораживанием, рост льда, степень концентрирования, вишневый сок.

Keywords: concentration by freezing, an increase in ice, the degree of concentration, the cherry juice.

© Антипов С.Т., Овсянников В.Ю.,
Кондратьева Я.И., 2014

Концентрирование пищевых и биологических сред методом вымораживания влаги обеспечивает наиболее полное сохранение химического состава и свойств веществ, входящих в сгущаемый продукт.

При этом, указанный процесс подразумевает выделение воды в виде льда при температурах ниже кристаллизации чистой воды, что особенно важно в случаях получения концентрированных плодовых и овощных соков высокого качества, продуктов детского и диетического питания, при энергетических затратах на проведение процесса сопоставимых с традиционными методами концентрирования мембранными методами и вакуумным выпариванием [1].

Режим вымораживания влаги, определяющий механизм процесса, характеризуется следующими параметрами: температурой охлаждающей среды или теплообменной поверхности, воспринимающей теплоту кристаллизации влаги, скоростями перемещения и площадью поверхности контакта теплообменивающихся сред, видом и концентрацией растворенных веществ продукта. Так выявляется зависимость механизма вымораживания от внешних факторов, объединяемых понятием режима вымораживания [2-3].

Исследование изменения средней величины количества вымороженного льда с единицы теплообменной поверхности вымораживающей установки во времени, полученное опытным путем, является одной из основных характеристик процесса вымораживания влаги.

С целью исследования кинетических закономерностей процесса концентрирования вишневого сока вымораживанием была создана экспериментальная установка на базе льдогенератора «blexmatic V41 electronic», принципиальная схема работы которой представлена на рисунке 1.

Экспериментальная установка состоит из холодильного агрегата с системой подачи и отвода хладагента, обеспечивающего достижение требуемой температуры кипения хладагента в цапфах испарителя и опрокидывающейся ванны. Поверхность вымораживания влаги представляет собой вертикальные цапфы испарителя, погруженные в ванну с продуктом.

Для замера температуры цапфы испарителя использовали прикрепленную к ней хромель-копелевую термопару с диаметром спая 0,2 мм. Конец термопары прикреплялся ко входному разъему измерителя – регулятора ТРМ202 с пределами измерения $-200\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +800\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ценой деления $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

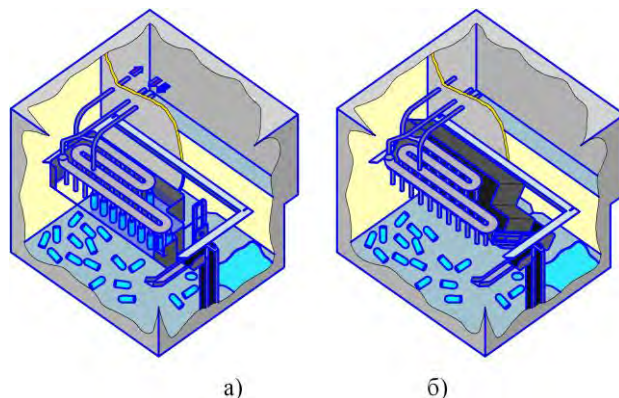


Рисунок 1. Схема работы вымораживающей установки в режиме: а) вымораживание влаги; б) оттаивание

Холодные спай термопар термостатировались. Предварительно изолированные друг от друга полихлорвиниловыми трубками они помещались в сосуд Дьюара с тающим льдом. Нуль в сосуде Дьюара контролировался лабораторным термометром с погрешностью измерения $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Термопара периодически проверялась на точность показаний.

Измерение высоты жидкого продукта в ванне проводили при помощи мерной линейки с ценой деления шкалы $1,0\text{ мм}$, укрепленной с левой стороны ванны.

Продолжительность цикла вымораживания влаги измерялась при помощи электронного секундомера с дискретностью выходного сигнала равного $0,1\text{ с}$.

Съем вымороженного льда из вишневого сока осуществлялся при опущенном положении ванны льдогенератора и переключенной работе холодильного агрегата в режиме «оттаивание».

Вес вымороженного льда определялся за один цикл работы установки, продолжительность которого была принята равной 3600 с .

Вымороженный лед помещался в заранее взвешенную мерную ёмкость, и суммарная масса мерной емкости с вымороженным льдом определялась на аналитических весах с точностью до $0,01\text{ г}$. Для определения величины сухого вещества вишневого сока, захватываемого при кристаллизации льда в пространство между кристаллами формировавшейся ледяной гранулы, полученный вымороженный лед расплавляли, термостатировали при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и определяли содержание сухих веществ в нем при помощи зеркального рефрактометра ИРФ-22.

Система подачи хладагента во внутреннюю полость морозильных цапф испарителя состоит из холодильного агрегата, включающего поршневой герметичный компрессор, двухсекционный воздушный конденсатор, ресивер, фильтр-осушитель, терморегулирующий вен-

тиль, чувствительный баллон которого прикреплен к магистрали всасывания хладагента в компрессор, реле давления и соленоидные клапаны.

В качестве холодильного агента в холодильной машине использовался Фреон R134a. Мощность холодильного агрегата позволяла при экспериментах получать температуру кипения холодильного агента от 262 до 250 К за счет варьирования холодопроизводительности компрессора. Давление во всасывающей и нагнетающей магистрали компрессора контролировалось при помощи манометров, размещенных на приборной панели вымораживающей установки.

После осуществления цикла вымораживания определяли производительность вымораживающей установки по вымороженному льду и содержание сухих веществ в концентрированном вишневом соке.

Проведенные исследования роста и скорости роста ледяной фазы на поверхности теплообменных элементов площадью $0,08 \text{ м}^2$, за цикл вымораживания, равный 3600 с, в зависимости от температуры теплообменной поверхности и начального содержания сухих веществ в вишневом соке представлены на рисунках 2-5.

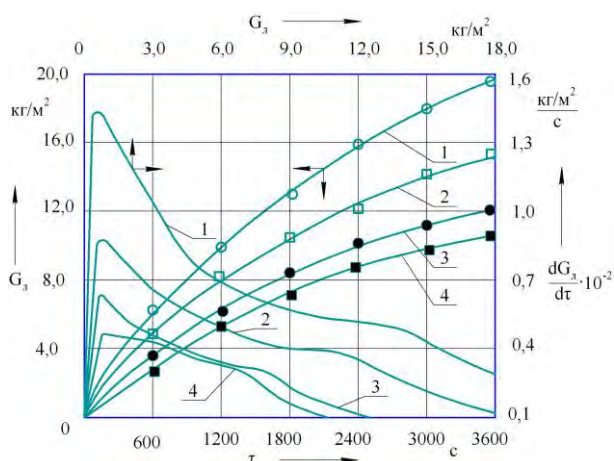


Рисунок 2. Кривые роста и скорости роста ледяной фазы на поверхности теплообменных элементов площадью $0,08 \text{ м}^2$, при температуре кипения хладагента 258 К и начальном содержании сухих веществ в вишневом соке: 1–12,0 %; 2–16,0 %; 3–20 %; 4–24 %

Анализ полученных экспериментальных кривых роста ледяной фазы и кривых скорости роста ледяной фазы, полученных методом графического дифференцирования, позволяет сделать следующие выводы.

Кривые роста ледяных фаз на исследуемой теплообменной поверхности вымораживающей установки, в зависимости от изменения температуры поверхности вымораживания и начального содержания сухих веществ в вишневом соке, носят идентичный характер [4-6].

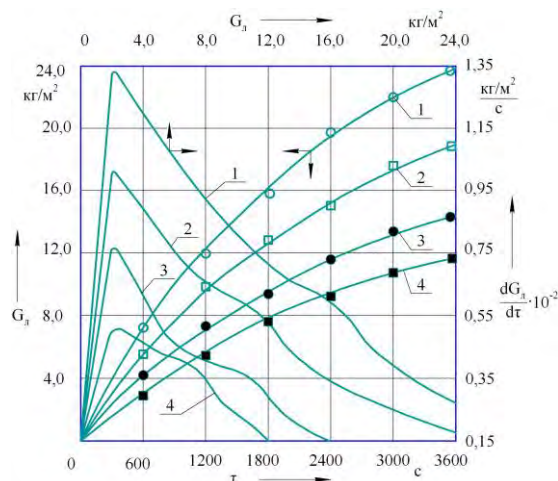


Рисунок 3. Кривые роста и скорости роста ледяной фазы на поверхности теплообменных элементов площадью $0,08 \text{ м}^2$, при температуре кипения хладагента 253 К и начальном содержании сухих веществ в вишневом соке: 1–12,0 %; 2–16,0 %; 3–20 %; 4–24 %

Увеличение начального содержания сухих веществ в вишневом соке при постоянной температуре кипения хладагента в испарителе вымораживающей установки нелинейно снижает удельное количество льда, образовавшееся на теплообменной поверхности.

Температура кипения хладагента в цапфах вымораживающей установки также оказывает влияние на удельное количество льда, вымороженного за соответствующие интервалы времени при организации процесса в указанном интервале времени.

Изменение температуры кипения хладагента также вызывает нелинейное увеличение удельного количества льда, вымороженного на теплообменной поверхности, при этом с уменьшением температуры кипения хладагента удельное количество вымороженного льда повышается.

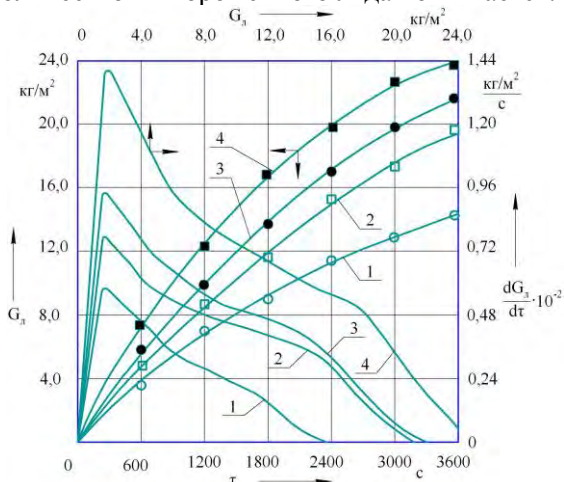


Рисунок 4. Кривые роста и скорости роста ледяной фазы на поверхности теплообменных элементов площадью $0,08 \text{ м}^2$, при начальном содержании сухих веществ в вишневом соке 12,5 % и температуре кипения хладагента: 1 – 262 К; 2 – 257 К; 3 – 255 К; 4 – 253 К

Кривые скорости роста ледяной фазы имеют сложную конфигурацию. Отмечено, что в момент контакта имеющей температуру, значительно меньшую по сравнению с температурой вымораживаемого вишневого сока, скорость кристаллизации резко возрастает от нулевого до максимального значения за весьма краткий промежуток времени вследствие теплового «удара» в момент контакта сока с охлажденными поверхностями цапф вымораживающей установки.

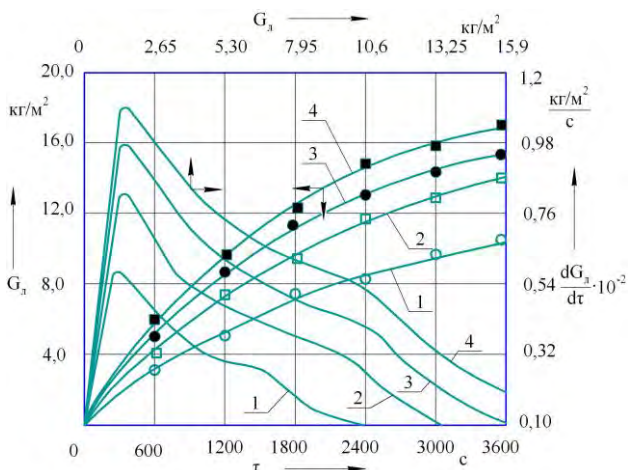


Рисунок 5. Кривые роста и скорости роста ледяной фазы на поверхности теплообменных элементов площадью $0,08 \text{ м}^2$, при начальном содержании сухих веществ в вишневом соке 18,0 % и температуре кипения хладагента: 1 – 262 К; 2 – 257 К; 3 – 255 К; 4 – 253 К

После этого кривая скорости кристаллизации резко изменяет свой угол наклона и наблюдается практически линейное изменение направления кривой скорости кристаллизации влаги на теплообменной поверхности до второй точки перегиба, что свидетельствует об образовании тонкого слоя льда на поверхности теплообмена, установлении сформировавшегося температурного режима между вишневым соком и поверхностью теплообмена.

Затем характер кривой скорости роста ледяной фазы приобретает нелинейный характер, после чего претерпевает вторую точку перегиба и монотонно нелинейно снижается. Отмеченная точка перегиба является пограничной, разделяющей процессы льдообразования влаги, имеющей различный характер связи с растворенными веществами вишневого сока. При этом в начальный период вымораживания кристаллизуется влага, находящаяся в слоях наиболее близких к поверхности льдообразования в форме наименее связанной с растворимыми веществами вишневого сока, а затем при смещении и миграции слоев жидкой фазы, наступает период резкого снижения скорости льдообразования,

вызванный как термическим сопротивлением слоя вымороженного льда на теплообменной поверхности, так и преодолением всевозрастающих сил сцепления молекул воды с растворимыми веществами вишневого сока.

Также исследована зависимость изменения степени концентрации вишневого сока при вымораживании от температуры кипения хладагента и начального содержания сухих веществ в нем, представленные на рисунках 6-7.

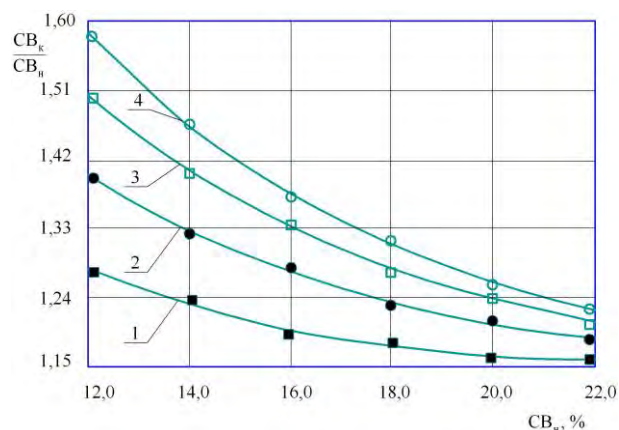


Рисунок 6. Изменение степени концентрации вишневого сока от начального содержания сухих веществ и температуры кипения хладагента: 1 – 262 К; 2 – 258 К; 3 – 255 К; 4 – 253 К

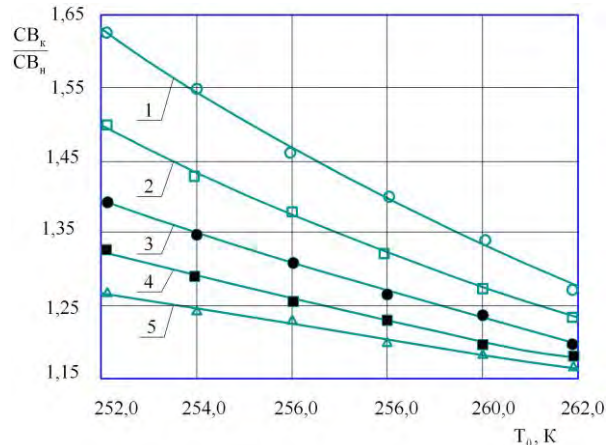


Рисунок 7. Изменение степени концентрации вишневого сока от температуры кипения хладагента при начальном содержании сухих веществ: 1–12,6 %; 2–14,1 %; 3–16,3 %; 4–17,9 %; 5–19,8 %

Зависимость изменения степени концентрации вишневого сока при вымораживании от начального содержания сухих веществ носит выраженный нелинейный характер [4]. Отмечено, что при увеличении начального содержания сухих веществ в вишневом соке величина отношения сухих веществ в сконцентрированном соке по отношению к исходному нелинейно монотонно снижается.

Температура кипения хладагента в теплообменных элементах вымораживающей установки также оказывает влияние на изменение степени концентрации вишневого сока при различном содержании сухих веществ в нем. Увеличение температуры кипения хладагента обуславливает пропорциональное снижение степени концентрирования исходного вишневого сока при прочих условиях вымораживания влаги из него.

Проведенные исследования позволяют глубже раскрыть особенности и механизм об-

разования льда на теплообменной поверхности вымораживающей установки при концентрировании вишневого сока.

Полученный концентрат вишневого сока, вследствие своего высокого качества, может быть использован в технологии приготовления соков для детского и диетического питания, создания продуктов питания функциональной направленности и сырья для последующей сублимационной сушки.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пап Л. Концентрирование вымораживанием. М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. 97 с.

2.Плотников В.Т., Филаткин В.Н. Разделительные вымораживающие установки. М.: Агропромиздат, 1987. 352 с.

3 Овсянников В.Ю. Оптимальные режимы концентрирования плазмы крови вымораживанием // Мясная индустрия. 2012. № 1. С. 65-68.

4 Антипов С.Т., Овсянников В.Ю., Рязанов А.Н., Яценко С.М. Разработка модели анализа и прогноза основных характеристик процесса криоконцентрирования // Хранение и переработка сельхозсырья. 2001. № 4. С. 36-38.

5 Sánchez J., Ruiz Y., Raventós M., Auleda J.M. et al. Progressive freeze concentration of orange juice in a pilot plant falling film // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2010. Vol. 11. № 4. P. 644-651.

6 Englezos P. The Freeze Concentration Process and its Applications // Developments in Chemical Engineering and Mineral Processing. 1994. Vol. 2. № 1. P. 3-15.

REFERENCES

1 Pap L. Kонтсентрирование vymorazhivaniem [Freeze concentration]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost', 1982, 97 p. (In Russ.).

2 Plotnikov V.T., Filatkin V.N. Razdelitel'nye vymorazhivaiushchie ustanovki [Dividing the chiller plant]. Moscow, Agropromizdat, 1987, 352 p. (In Russ.).

3 Ovsiannikov V.Iu. Optimal modes freeze plasma concentration. *Miasnija industriia*. [Meat Industry], 2012, no. 1, pp. 65-68. (In Russ.).

4 Antipov S.T., Ovsiannikov V.Iu., Riazanov A.N., Iashchenko S.M. Development of the model of analysis and forecast of the fundamental characteristics of the process of cryo-concentration. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyra*. [Storage and processing agricultural], 2001, no. 4, pp. 36-38. (In Russ.).

5 Sánchez J., Ruiz Y., Raventós M., Auleda J.M. et al. Progressive freeze concentration of orange juice in a pilot plant falling film. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2010, vol. 11, no. 4, pp. 644-651.

6 Englezos P. The Freeze Concentration Process and its Applications. *Developments in Chemical Engineering and Mineral Processing*, 1994, vol. 2, no. 1, pp. 3-15.

УДК 66.047.596

Доцент И.С. Юрова, аспирант И.В. Кузнецов,
профессор С.В. Шахов, докторант Э.З. Матеев
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств.
тел. (473) 255-35-54
E-mail: s_shahov@mail.ru

Associate Professor I.S. Iurova, graduate I.V. Kuznetsov,
professor S.V. Shakhov, doctoral E.Z. Mateev
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of machinery and equipment
for food production. phone (473) 255-35-54
E-mail: s_shahov@mail.ru

Барабанная сушилка для обезвоживания дисперсных продуктов

Drum dryer for drying the particulate products

Реферат. Для повышения эффективности процесса сушки предлагается барабанная установка, в барабане которой предусмотрен механизм создания различных зон обеспечивающих необходимый температурный и гидродинамический режим процесса сушки по мере прохождения продукта по барабану и изменения в нем соотношения различных форм связи влаги, а также интенсификация процесса на последней стадии сушки путем создания разрежения в непрерывном технологическом потоке сушки. Барабан обеспечивает образование зоны разделения теплоносителя с помощью рассекателя, зоны интенсивной сушки путем размещения лопастных насадок в шахматном порядке с разделительным кольцом, зоны разделения отработанного теплоносителя от жома в результате установки сепаратора, в котором располагается эллиптический диск, имеющий разрезы по прямой от края до центра, с образованием треугольной щели для прохождения подсушенного жома и теплоносителя, а также зоны досушки путем выполнения участка барабана соответствующего зоне перфорированным по длине которого расположены подпружиненные лопастные насадки, представляющие собой лопасти, соединенные дугообразной штангой с металлическими пластинами, расположенными с внешней стороны барабана и по форме повторяющие его контур, при этом дугообразная штанга с внутренней стороны барабана снабжены пружинами, концы которых упираются в верхнюю и нижнюю упорные гайки, причем лопасти и металлические пластины установлены с возможностью вращения относительно места крепления на барабане и снабжены ребрами жесткости.

Summary. For raise effectiveness drying process drum-type installation in which drum the mechanism of creation of various zones providing a necessary temperature and hydrodynamic regime of process of drying in process of product passage on a drum and changes in it of a relationship of various forms of communication of a moisture, and also a process intensification at last stage of drying by creation разрежения in a continuous technological stream of drying is provided is offered. The drum provides formation of a zone of separation of heat-transfer agent by means of the dissector, zones of intensive drying by disposing lobate nozzles in chessboard order with a dividing ring, zones of separation of the completed heat-transfer agent from жома as a result of separator installation in which the elliptic disk having cuts on a straight line from edge to the centre places, with formation of the triangular slot for passage dried pulp and heat-transfer agent, and also zones the final drying by performance of a section of a drum matching to a zone perforated on which length are had spring-loaded lobate nozzles representing the blades connected bow-shaped rod with metal plates, had with outer side of a drum and under the form repeating its contour, thus the bow-shaped rod from the interior of a drum which ends are supplied by springs rest against overhead and bottom persistent screw nuts, and blades and metal plates are installed with possibility of twirl concerning a fastening place on a drum and supplied by reinforcing ribs.

Ключевые слова: сушка, дисперсный материал, сыпучий продукт, барабанная сушилка, жом

Keywords: drying, particulate material, flowing product, tumble dryer, pulp

При сушке некоторых дисперсных продуктов в барабанных сушилках [1-3] в результате обезвоживания происходит изменение их физико-механических свойств.

Так, например, объемная усушка жома и изменение в следствие этого угла его естественного откоса, меняющегося в пределах от 60 до 40°, создаёт затруднение при сушке жома в барабанных сушилках с разрежением [4, 5], снижая эффективность процесса.

Для повышения эффективности процесса сушки в предлагаемой барабанной установке

предусмотрен механизм создания различных зон по мере прохождения продукта по барабану, обеспечивающих необходимый температурный и гидродинамический режим процесса сушки, меняющийся при изменении соотношения различных форм связи влаги в процессе. Кроме того, на последней стадии непрерывного технологического потока сушки предусмотрена зона разрежения для интенсификации процесса.

© Юрова И.С., Кузнецов И.В.,
Шахов С.В., Матеев Э.З., 2014

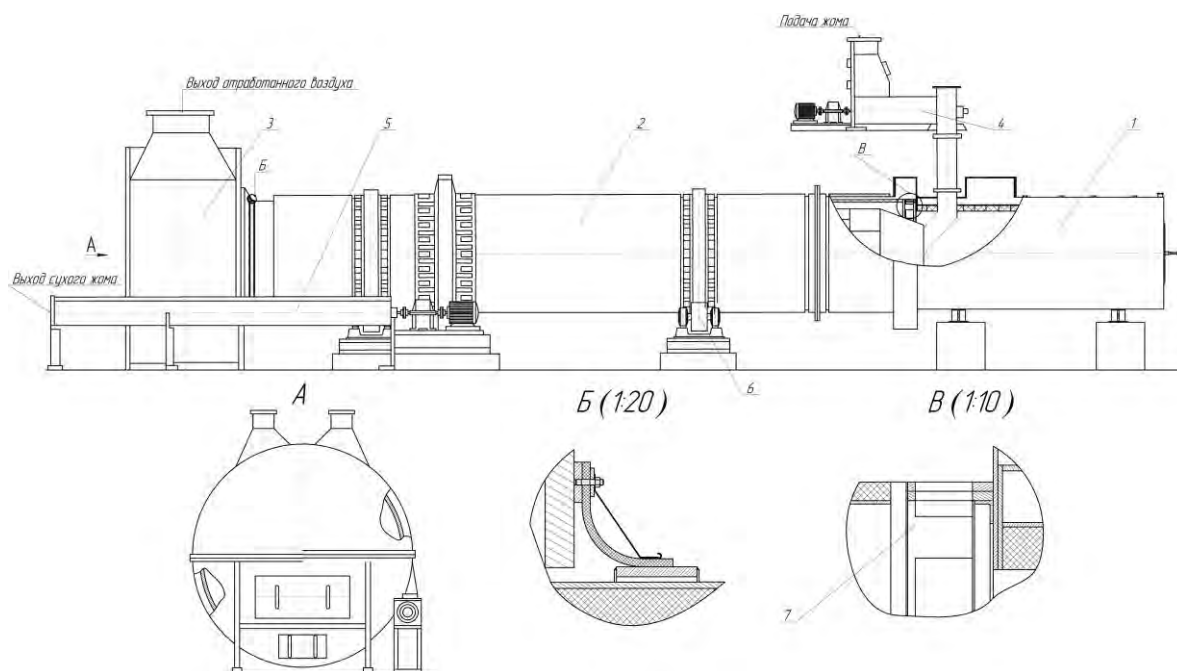


Рисунок 1. Сушилка для дисперсных продуктов

Барабанная сушилка для дисперсных продуктов (рисунок 1) состоит из цилиндрической топki с двойной инъекцией воздуха 1, барабана 2 с приводом 3, венцовой шестерней 4, опорными бандажами 5 и роликами 6, кольцом с прорезями 7, разгрузочного бункера 8, подающего

шнека-смесителя 9 с приводом 10 и разгрузочного шнека для сухого жема 11. При этом барабан 2 (рисунок 2) сушилки снабжен рассекателем 12, лопастными насадками 13, сепаратором 14, подпружиненными лопастными насадками 15, защитным покрытием 16, кольцом 17.

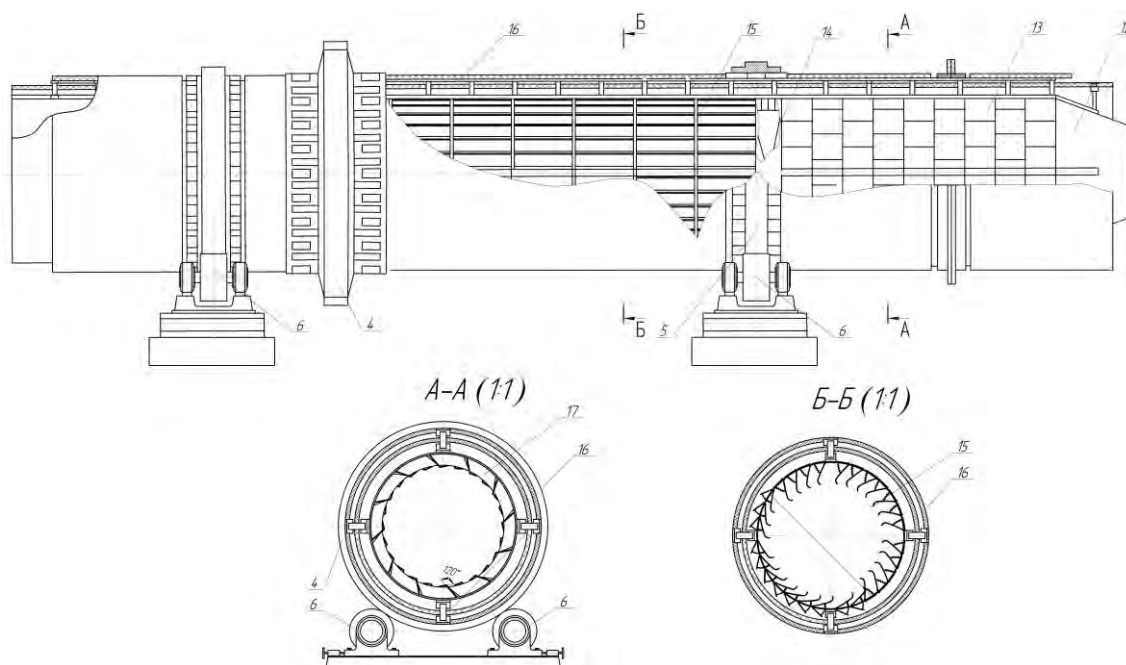


Рисунок 2. Барабан сушилки

На участке расположения подпружиненных лопастных насадок 15 барабан (рисунок 3) выполнен перфорированным и снабжен опорой 18, пружиной 19, дугообразной штангой 20 с верхней 21 и нижней 22 упорными гайка-

ми, а также лопастями 23 и металлическими пластинами 24, установленными с возможностью вращения относительно места крепления на барабане и снабжены ребрами жесткости, соответственно 25 и 26.

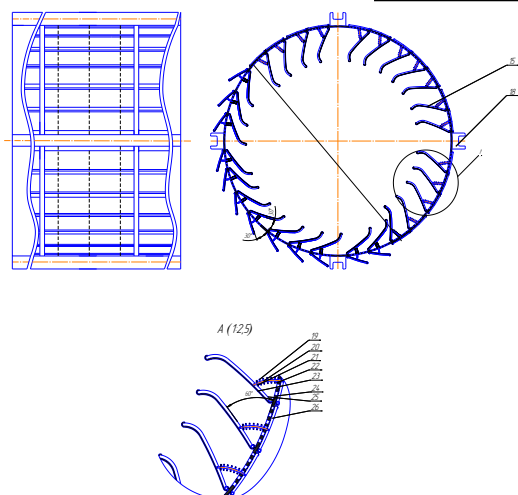


Рисунок 3. Перфорированный барабан сушилки

Сепаратор 14 (рисунок 4) имеет корпус 27, эллиптический диск 28 и полосу крепления 29. Эллиптический диск 28 имеет разрезы по прямой от края до центра, с образованием треугольной щели для прохождения подсушенного жома и теплоносителя.

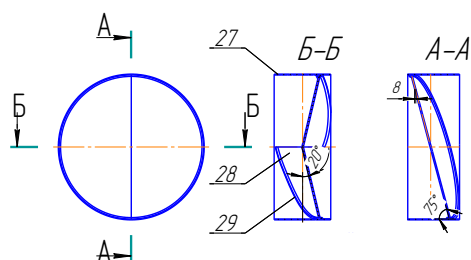


Рисунок 4. Сепаратор

Топка (рисунок 5) 1 включает в себя опору 30, футеровку 31, газовую горелку 32, нагнетающий воздуховод 33, насос 34, камеру сгорания 35, кольцевую щель для подачи воздуха 36.

Конструкция барабана 2 сушилки обеспечивает образование следующих зон: разделения теплоносителя с помощью рассекателя, быстрой или интенсивной суши, разделения отработанного теплоносителя от жома и зоны досушки.

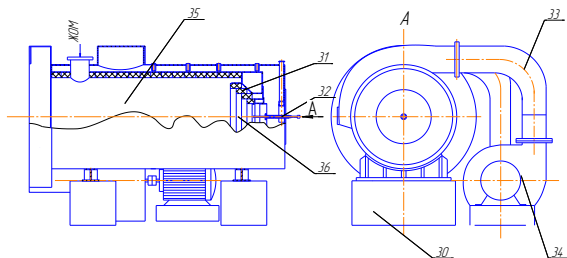


Рисунок 5. Топка

Описанная выше сушилка для дисперсных продуктов работает следующим образом (на примере жома сахарной свеклы).

Жом (рисунок 1) через подающий шнек-смеситель 9 попадает в сушильный барабан 2 в

зону быстрой или интенсивной суши, где с помощью лопастной насадки 13 из жома образуется жомовая шторка.

Лопастная насадка 13 (рисунок 2), размещенная в шахматном порядке с разделительным кольцом (например, диаметром 2295 мм) обеспечивает удержание жома на лопасти насадки 13 и не позволяет напору воздуха сдвигать его с лопастей, создавая одновременно по всей длине данной зоны равномерную шторку жома, которая вызывает большое сопротивление проходящему теплоносителю. При этом теплоноситель с высокой температурой соприкасается с наиболее влажным жомом и быстро охлаждается. Благодаря непрерывному испарению влаги из жома его температура в барабане не поднимается выше точки кипения воды при данном давлении, а температура жома остается ниже температуры кипения воды.

В зоне разделения отработанного теплоносителя от жома установлен сепаратор 14 (рисунок 3), в котором располагается эллиптический диск 28, имеющий разрезы по прямой от края до центра. Разрезы образуют треугольную щель для прохождения подсушенного жома и теплоносителя. За счёт создавшегося изменения направления теплоносителя происходит отделение отработанного теплоносителя от жома и уноса жома не происходит.

За счёт большого сопротивления в первых трех зонах и обеспечения герметичности в зоне досушки, в последней создается кипящий слой, обеспечивающий унос более лёгких частиц и удаление их отработанным теплоносителем. В свою очередь установка подпружиненной лопастной насадки 15 исключает пересушку жома, поскольку насадка 15 обеспечивает подачу теплоносителя непосредственно к высушиваемому жому: за счёт силы тяжести жом давит на насадку 15, тем самым сжимая пружину 19, открывает доступ теплоносителя к высушиваемому продукту. Когда на подпружиненную лопасть 23 перестаёт действовать сила тяжести жома, пружина 19 разжимается и перекрывается отверстие на перфорированном барабане, что обеспечивает герметизацию. За счёт создаваемой герметизации жом находится в псевдооживленном слое.

Жом удаляется из барабана с помощью разгрузочного бункера 8 и разгрузочного шнека для сухого жома 11 (рисунок 1).

Очистка воздуха от жомовой пыли осуществляется в циклонах (не показаны), откуда жомовая пыль подаётся в шнек 11, а отработанный теплоноситель, имеющий температуру 120-140 °С, контактирует с водой, создавая пар, который направляется на первый корпус выпарки или на другие технологические нужды.

Уменьшение теплопотерь обеспечивается за счёт защитного покрытия 16, имеющего теплоизоляцию, а также ложного потолка (рисунк 2). В образовавшееся воздушное про-

странство ложного потолка всасывается атмосферный воздух, который далее подаётся на цилиндрическую топку.

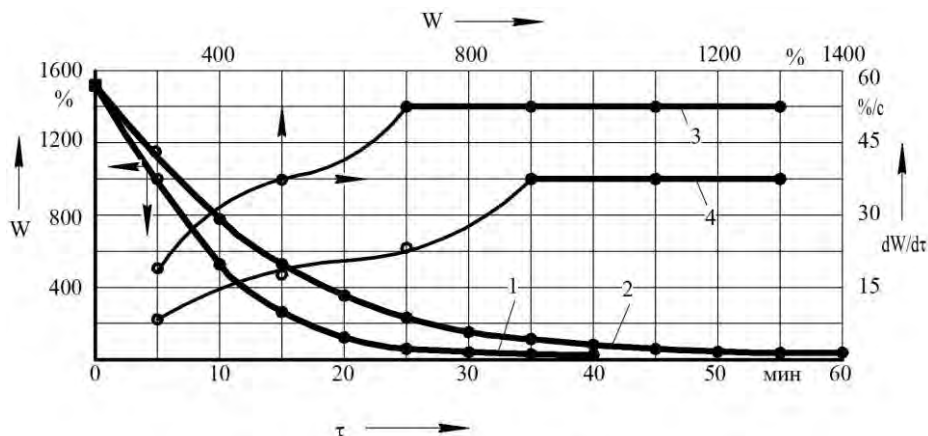


Рисунок 6. Кинетика процесса сушки свекловичного жома
1,3 – в предлагаемой барабанной сушилке; 2,4 – в традиционной барабанной сушилке

Экспериментальные исследования процесса сушки свекловичного жома в рассматриваемой барабанной сушилке (рисунк 6) показывают, что при температуре теплоносителя 100 °С время сушки до равновесного влагосодержания 12-13 % снижается на 50 %, а скорость сушки в период постоянной скорости сушки увеличивается до 50 %/с. Увеличение эффективности процесса удаления влаги происходит за счет гидродинамического увеличения разности парциальных давлений, создаваемых сушильным агентом.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антипов С.Т., Шахов С.В., Кузнецов И.В. Совершенствование конструкции барабанной сушилки для обезвоживания свекловичного жома // Четвёртая Международная научно – практическая конференция «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и термо-влажностная обработка материалов) СЭТТ – 2011». 20-23 сентября 2011 Труды конференции. Том 2. М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2011. С. 52-54.
- 2 Кузнецов И.В., Шахов С.В., Шаршов В.Н., Пивоваров Я.С. Движение продукта в барабане с положительным углом наклона // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-2. С. 250.
- 3 Воронов С.С., Кузнецов И.В., Гавриленков А.М., Шахов С. В. Реализация осциллирующих режимов сушки в барабанном сушильном агрегате // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5. Часть 1. С. 161.
- 4 Пат. 2296282, RU, МКИ 26 В 11/04 Барабанная сушилка для продуктов, подверженных комкообразованию / Антипов С.Т., Шахов С.В., Поплавский А.Г., Бабенко Д.С., Федичкин Е.Н., Мамкина Ю.В. № 2005133741/06; Заявл. 27.03.2007; Опубл. 2007, Бюлл. № 9.

5 Пат. 2367865, RU, МКИ F 26 В 11/04 Барабанная сушилка с канальной насадкой / Антипов С.Т., Шахов С.В., Гавриленков А.М. № 2008128107/06; Заявл. 09.07.2008; Опубл. 20.09.2009, Бюлл. № 26.

REFERENCES

- 1 Antipov S.T., Shakhov S.V., Kuznetsov I.V. Improving the design of the drum dryer for dehydration of sugar beet pulp. Chetvertaia Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia «Sovremennye energosberegaiushchie teplovyie tekhnologii (sushka i termovlazhnostnaia obrabotka materialov) SETT - 2011 » [Fourth International scientific - practical conference "Modern energy-saving thermal technology (drying and hydrothermal treatment of materials) SETT - 2011"], Moscow, 2011, pp. 52-54. (In Russ.).
- 2 Kuznetsov I.V. , Shakhov S.V. , Sharshov V.N. , Pivovarov Ia.S. The movement of the product in the drum with a positive slope. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. [Modern high technologies], 2013, no. 8-2, pp. 250. (In Russ.).
- 3 Voronov S.S., Kuznetsov I.V., Gavrilencov A.M., Shakhov S. V. Implementation of the oscillating modes of drying in a tumble dryer unit. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. [Modern high technologies], 2014, no. 5, part 1, pp. 161. (In Russ.).
- 4 Antipov S.T., Shakhov S.V., Poplavskii A.G., Babenko D.S., Fedichkin E.N., Mamkina Iu.V. Barabannaia sushilka dlia produktov, podverzhennykh komkoobrazovaniuu [Drum dryer for products subject to lump formation]. Patent RF, no. 2296282, 2007. (In Russ.).
- 5 Antipov S.T., Shakhov S.V., Gavrilencov A.M. Barabannaia sushilka s kanal'noi nasadkoi [Drum dryer with a nozzle channel]. Patent RF, no. 2367865, 2008. (In Russ.).

УДК 574

Профессор С.Т. Антипов, профессор С.В. Шахов,
аспирант М.О. Жигулина

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств.
тел. (473) 255-35-54

E-mail: marina_olegovna@mail.ru

Professor S.T. Antipov, professor S.V. Shakhov,
graduate M.O. Zhigulina

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of machinery and equipment
for food production. phone (473) 255-35-54

E-mail: marina_olegovna@mail.ru

Внедрение принципов устойчивого развития производства биоразлагаемой упаковки из вторичных материальных ресурсов пищевых производств

Introduction of the principles of a sustainable development production of biodegradable pack- ing from secondary material resources of food productions

Реферат. Для повышения рентабельности пищевых предприятий, снижения экологического следа от техногенной деятельности пищевой промышленности предлагается концепция развития малоотходных и безотходных производств, рассмотренная на примере технологии получения биоразлагаемого упаковочного материала из вторичных материальных ресурсов пищевых производств: пивной дробины, свекловичного жома, спиртовой барды, масленичного жома и костного клея. Технология получения биоразлагаемого материала из вторичных материальных ресурсов пищевых производств включает себя следующие основные этапы: обезвоживание, измельчение, смешивание, разваривание, формирование, глазирование. Преимущество предлагаемого продукта состоит:

- в низкой себестоимости упаковки за счет использования вторичных материальных ресурсов и полная натуральность (в настоящее время сырье для биоразлагаемой упаковки специально выращивают на технических полях с использованием ГМО);

- в полном разложении в природных условиях менее чем за 6 месяцев согласно ГОСТ Р 54533-2011 (EN 13432:2000) «Ресурсосбережение. Упаковка. Требования, критерии и схема утилизации упаковки посредством компостирования и биологического разложения»;

- в присутствии в компосте, полученном при разложении, элементов, способствующих повышению плодородности почвы.

Применение технологии позволяет достичь одновременно трех эффектов положительной направленности: экономического, экологического и социального.

Summary. For increase of profitability of the food enterprises, decrease in an ecological trace from technogenic activity of the food industry the concept of development of low-waste and waste-free productions considered on the example of technology of receiving a biodegradable packing material from secondary material resources of food productions is offered: beer pellet, beet press, spirit bards, Pancake week press and bone glue. The technology of receiving biodegradable material from secondary material resources of food productions includes itself the following main stages: dehydration, crushing, mixing, leveling, formation, glazing. Advantage of the offered product consists of:

- low cost of packing due to use of secondary material resources and full naturalness (now the raw materials for biodegradable packing specially are grown up on technical fields with use of GMO);

- full decomposition in nature less than in 6 months according to GOST R 54533-2011 (EN 13432:2000) "Resource-saving. Packing. Requirements, criteria and the scheme of utilization of packing by means of a composting and biological decomposition";

- presence at the compost received at decomposition, the elements promoting increase of fertility of the soil.

Application of technology allows reach at the same time three effects of a positive orientation: economic, ecological and social.

Ключевые слова: пивная дробина, масленичный шрот, свекловичный жом, спиртовая барда, костный клей, зеленая экономика, устойчивое развитие, биоразлагаемый упаковочный материал, биоразлагаемая упаковка.

Keywords: beer pellet, pancake week meal, beet press, spirit bard, bone glue, green economy, steady development, biodegradable packing material, biodegradable packing.

В агропромышленном секторе широко известны такие пищевые продукты как пиво, спирт, колбаса, растительное масло и сахар - все эти продукты питания являются результатом работы соответствующих пищевых производств: пивоваренных, спиртовых, мясоперерабатывающих, маслоэкстракционных и сахарных заводов.

Центрально-Черноземный регион и в частности Воронежская область является агропромышленным центром в производстве продуктов питания.

Стоит отметить, что производственный проницал Воронежских пищевых предприятий

разнообразен, и в сферах известны как заводы-гиганты транснациональных компаний, так и малые местные производители. Однако независимо от производственных мощностей все эти промышленные предприятия выпускают не только готовый продукт, но и промышленные отходы [1].

Основные отходы перечисленных предприятий (рисунок 1): пивная дробина, спиртовая барда, свекловичный жом, масленичный шрот, кости - относятся к V классу опасности [2], то есть являются неопасными. Соответственно их можно и нужно перерабатывать.

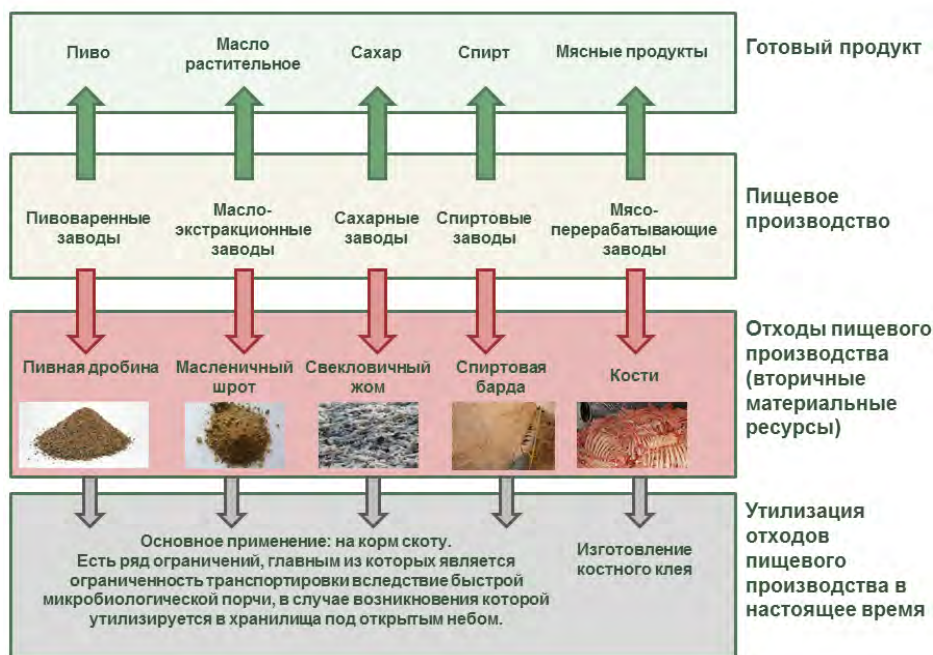


Рисунок 1. Вторичные пищевые ресурсы пищевых производств и их использование

Разработка технологий для переработки вышеобозначенных отходов давно заняла одно из приоритетных направлений для проведения исследований.

В настоящее время существуют традиционные технологии переработки [1]:

- получение костного клея из костей, остающихся после жиловки мяса на мясоперерабатывающих заводах;
- получение корма для скота из масленичного шрота, пивной дробины, спиртовой барды;
- получение пектина из свекловичного жома.

Трудность и ограниченность использования шрота, барды, дробины и жома в данных направлениях заключается в:

- сезонности (летом кормовых добавок фермеры покупают крайне мало или совсем не покупают);
- быстрой потере кормовой способности (отходы необходимо переработать менее чем за 24 часа, т.к. в них начинает развиваться микробиологическая порча);

- технической оснащенности предприятий линиями для обезвоживания и гранулирования своих отходов (такие линии есть только на половине предприятий, потому что они достаточно дорогостоящие).

- нерентабельности производства (получение пектина из свекловичного жома - дорогостоящая технология и в промышленном масштабе рентабельной не является).

Выявлено, что в настоящее время традиционные технологии только на 80 % справляются с поставленной задачей [3]. В современных условиях в меньшей части перечисленные отходы продаются за незначительную плату (5500 руб. за 1 т высушенного гранулированного жома), а в большей части утилизируются за установленную плату на полигоны (свалки). Там они гниют, вырабатывая оксид углерода, метан, которые в свою очередь разрушают озоновый слой и способствуют глобальному потеплению. На территории Воронежской об-

ласти также известны случаи, когда предприятия не имеют возможности утилизировать надлежащим образом полученные отходы и вынуждены нарушать законодательство [4].

Таким образом, можно сделать вывод, что традиционные методы утилизации отходов пищевых предприятий не находят полного практического применения в промышленности и в преимущественном большинстве своём отходы не перерабатываются, а свозятся на полигоны.

С экономической стороны стоит отметить, что затраты на утилизацию отходов учитываются при формировании себестоимости готового продукта, т.е. непереработанные отходы повышают себестоимость продукции, тем самым снижая рентабельность и конкурентоспособность предприятия в целом.

Кроме того, в настоящее время существует проблема комплексной утилизации отходов.

Ввиду обозначенных недостатков существует необходимость вести разработки инновационных технологий, направленных на использование вторичных материальных ресурсов пищевых производств. Значимость таких разработок заключается в реализации концепции развития малоотходных и безотходных производств за счет использования вторичных мате-

риальных ресурсов (отходов), цикличности технологии, уменьшения антропогенного воздействия на окружающую среду (рисунок 2).

Одним из возможных направлений развития является производство биоразлагаемой упаковки из вторичных материальных ресурсов пищевых производств: пивной дробины, спиртовой барды, масличного шрота, свекловичного жома и костного клея.

Основные конкурентные преимущества предлагаемой биоразлагаемой упаковки:

- не используются ГМО;
- отсутствует необходимость специально выращивать сырье;
- низкая себестоимость;
- полная натуральность;
- снижение экологического следа от отходов предприятий.

Предлагаемый материал соответствует директиве ЕН 13432:2000 «Упаковка. Требования, критерии и схема утилизации упаковки посредством компостирования и биологического разложения» и ГОСТ Р 54533-2011 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами» по требованиям: разложение за 180 дней и отсутствие токсичности для растений полученного компоста.



Рисунок 2. Концепция безотходного или малоотходного производства биоразлагаемой упаковки

Основные этапы технологии производства следующие (рисунок 3):

1. Подготовка компонентов (обезвоживание): может проводиться как на традиционном оборудовании, так и на разработанном тепло-массообменном аппарате с применением псевдооживленного слоя и закрученных потоков.
2. Измельчение сырья до мелкой дисперсии.
3. Разваривание и электрокоагуляция мелкодисперсной композиции свекловичного жома с получением клеевого пектинового раствора.
4. Смешивание мелкодисперсной композиции пивной дробины, масличного шрота, спиртовой барды, выжимок свекловичного

жома с костным клеем вида галерта (клеевой студень) согласно ГОСТ 2067-93.

6. Формирование листового биоразлагаемого материала методом прокатки и основы биоразлагаемой посуды методом прессования.

7. Глазирование – нанесение тонкого слоя клеевого пектинового раствора для повышения влагозащитных свойств материала и эстетического восприятия (появляется глянцевый блеск).

8. Готовое изделие. Готовым изделием может быть одноразовая биоразлагаемая посуда, а также единичная и групповая упаковка для пищевых и непищевых товаров.



Рисунок 3. Технологическая схема производства биоразлагаемой упаковки из вторичных материальных ресурсов пищевых производств

Производство биоразлагаемой упаковки будет одновременно приносить три эффекта положительной направленности.

1. Экономический эффект:

- повышение рентабельности пищевых предприятий: пивоваренных, маслоэкстракционных, спиртовых, сахарных и мясоперерабатывающих – за счет отсутствия необходимости платы за утилизацию отходов и получения прибыли от продажи отходов (как сырья для биоразлагаемого материала);

- получение коммерческого готового продукта биоразлагаемого материала, который будет иметь меньшую себестоимость и, следовательно, меньшую конечную цену;

- возможность получения энергии и биогумуса при скоплении большого объема биоразлагаемой упаковки в одном месте (подразумевается управляемый процесс биоразложения с получением биогаза и биогумуса).

2. Экологический эффект:

- снижение углеродного следа от техногенной деятельности человека;

- сохранение озонового слоя и замедление процесса глобального потепления (за счет снижения выделения оксида углерода и метана в окружающую среду);

- рациональное использование земельных ресурсов;

- высвобождение технических полей (в настоящее время крахмалосодержащее сырье для получения биоразлагаемых материалов выращивается специально на технических полях с применением пестицидов и нитратов; на этих полях можно выращивать культуры для продовольственного использования);

- органическое удобрение для почвы – в естественных условиях упаковка при разложении будет являться компостом;

- получение дополнительного удобрения для почвы;

- уменьшение полигонов для отходов в количественном и объемном выражении.

3. Социальный эффект:

- популяризация значимости вопроса сохранения природы планеты Земля для будущих поколений;

- развитие на территории Воронежской области концепции перехода на малоотходные и безотходные технологии;

- позиционирование г. Воронежа, как инновационного зеленого города, использующего стратегию развития "Зеленой экономики".

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 Гавриленков А.М., Зарцына С.С., Зуева С.Б. Экологическая безопасность пищевых производств Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. 272 с.

3 Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства // Материалы III Международной научной экологической конференции. Краснодар: КубГАУ, 2013. 518 с.

4 Официальный интернет-сайт Прокуратуры Воронежской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://prokuratura-vrn.ru/print.php?id=5693>.

REFERENCES

1 Golubev I.G., Shvanskaia I.A., Konovalenko L.Iu., Lopatnikov M. V. Retsikling otkhodov v APK. Spravochnik [Recycling of waste in agrarian and industrial complex. Reference book]. Moscow, FGBNU "Rosinformagrotekh", 2011. 296 p. (In Russ.).

2 Gavrilencov A.M, Zartsyna S.S., Zueva S. B. Ekologicheskaja bezopasnost' pishchevykh proizvodstv [Ecological safety of food productions]. Saint Petersburg, GIORД", 2006. 272 p. (In Russ.).

3 Problems of recultivation of waste of life, industrial and agricultural production. Materialy III Mezhdunarodnoi nauchnoi ekologicheskoi konferentsii [Materials III of the International scientific ecological conference] Krasnodar, 2013. 518 p. (In Russ.).

4 Ofitsial'nyi internet-sait Prokuratury Voronezhskoi oblasti [Official Internet site of Prosecutor's office of the Voronezh region]. Available at: <http://prokuratura-vrn.ru/print.php?id=5693>. (In Russ.).

Информационные технологии, моделирование и управление

УДК: 637.1:65.011.56

Профессор В.К. Битюков, профессор А.А. Хвостов,
доцент Д.И. Ребриков, аспирант В.Е. Мерзликин
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационных и управляющих систем.
тел. (473) 255-38-75
E-mail: kafasu@vgta.vrn.ru

Professor V.K. Bitiukov, professor A.A. Khvostov,
associate professor D.I. Rebrikov, graduate V.E. Merzlikin
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of information and control systems.
phone (473) 255-38-75
E-mail: kafasu@vgta.vrn.ru

Автоматизация обработки микрофотографий молочных продуктов с использованием ImageJ и Statistica

Automated processing of dairy product microphotos using ImageJ and Statistica

Реферат. В статье рассмотрены вопросы построения алгоритмов автоматизированной обработки микрофотографий молочных продуктов. Автоматическая обработка микрофотографий молочных продуктов актуальна при исследовании степени их гомогенизации. Микрофотографии молочных продуктов несут информацию о распределении жировых шариков по массовым фракциям. На сегодняшний день существует большое количество программных продуктов, осуществляющих обработку изображений и избавляющих исследователей от рутинных операций ручной обработки данных. Однако требуется их адаптация для осуществления обработки микрофотографий молочных продуктов. В данной работе предлагается использовать для обработки пакет прикладных программ ImageJ для обработки графических файлов, полученных с помощью цифрового микроскопа, а для расчета статистических характеристик предлагается использовать пакет прикладных программ Statistica. Алгоритм обработки состоит из последовательных стадий преобразования в формат оттенков серого цвета, шкалирования, фильтрации, бинаризации, распознавания объектов и статистической обработки результатов распознавания. Результатом работы реализованных алгоритмов обработки данных является функция распределения жировых шариков по объемным или массовым фракциям, а также статистические параметры распределения (математическое ожидание, дисперсия, коэффициенты асимметрии и эксцесса). Для осуществления проверки работы алгоритма и его отладки проведены экспериментальные исследования. Проведена гомогенизация фермерского молока при разных давлениях гомогенизации. Для каждого образца были сделаны микрофотографии и проведена обработка снимков в соответствии с предлагаемым алгоритмом. Проведенные исследования показали эффективность и возможность реализации предложенного алгоритма в виде скрипта на языке java для пакета программ ImageJ с последующей передачей данных в виде файла в пакет прикладных программ Statistica.

Summary. The article discusses the construction of algorithms for automated processing of microphotos of dairy products. Automated processing of micro photos of dairy products relevant in the study of the degree of homogenization. Microphotos of dairy products contain information about the distribution of fat globules in the mass fractions. Today, there are some of software products, offering image processing and relieving researchers from routine operations manual data processing. But it need to be adapted for performing the processing of microphotos of dairy products. In this paper we propose to use for processing the application package ImageJ for processing image files taken with digital microscope, and to calculate the statistical characteristics of the proposed use of the software package Statistica. Processing algorithm consists of successive stages of conversion to gray scale, scaling, filtering, binarization, object recognition and statistical processing of the results of recognition. The result of the implemented data processing algorithms is the distribution function of the fat globules in terms of volume or mass fraction, as well as the statistical parameters of the distribution (the mathematical expectation, variance, skewness and kurtosis coefficients). For the inspection of the algorithm and its debugging experimental studies were carried out. Carries out the homogenization of farm milk at different pressures of homogenization. For each sample were made microphoto and image processing carried out in accordance with the proposed algorithm. Studies have shown the effectiveness and feasibility of the proposed algorithm in the form of java script for ImageJ and then send the data to a file for the software package Statistica.

Ключевые слова: автоматизация обработки изображений, качество молочных продуктов, гомогенизация молочных продуктов.

Keywords: automation of images processing, quality of dairy products, homogenization of dairy products.

© Битюков В.К., Хвостов А.А.,
Ребриков Д.И., Мерзликин В.Е., 2014

В последнее время информационные и цифровые технологии находят все большее применение в разнообразных видах деятельности человека. Одним из эффективных применений является анализ свойств оптически проницаемых сред. В задачах контроля качества и управления технологическим процессом гомогенизации молочных продуктов может использоваться микроскопия проб молочных продуктов для анализа степени гомогенизации, распределения жировых шариков по массе [1]. Для автоматизации обработки информации используются микроскопы, соответствующие цифровые камеры, обеспечивающие регистрацию изображений в заданные промежутки времени, устройства захвата изображений или видеопотока и управления цифровой камерой, а также программные средства для интерпретации полученной информации в виде, удобном для лица, принимающего решение (ЛПР).

Несмотря на наличие средств получения цифровых микроснимков проб молочных продуктов, остается актуальной задача разработки специального программного обеспечения (СПО), реализующего весь цикл обработки информации применительно к молочным продуктам. Для разработки СПО можно использовать имеющиеся библиотеки и среды обработки цифровых изображений, которые необходимо скомпоновать в соответствии с заданным алгоритмом [2]. Одной из распространенных и удобных сред, позволяющих создавать гибкие алгоритмы обработки графической информации является среда ImageJ, в которой реализовано большое количество типовых алгоритмов обработки и анализа цифровых изображений [3]. Кроме того, использование механизма макросов на языке Java позволяет создавать специфические алгоритмы обработки цифровых изображений в соответствии с заданной задачей, импортировать данные разных форматов, а также экспортировать данные в продукты семейства Microsoft Office и Statistica, делает этот продукт удобным для отработки алгоритмов анализа цифровых изображений в задачах анализа качества молочных продуктов.

Рассмотрим использование среды ImageJ для задачи исследования изменения распределения жировых шариков молока в процессах гомогенизации молока.

Процесс гомогенизации молока и жидких молочных продуктов служит для повышения дисперсности в них жировой фазы, что позволяет исключить отстаивание жира во время хранения молока, развитие окислительных процессов, дестабилизацию и подсыживание при интенсив-

ном перемешивании и транспортировании. Под степенью гомогенизации понимают средний размер жировых шариков, степень устойчивой во времени однородности (гомогенности) в смысле отсутствия микроконцентрационных неоднородностей, образующихся при смешивании взаимно-нерастворимых веществ [1].

Изменение распределения жировых шариков осуществлялось гомогенизацией исходного образца молочного продукта (фермерского негомогенизированного молока) на лабораторной установке гомогенизации научно-производственной лаборатории группы компаний «ЭФКО», позволяющей осуществлять процесс гомогенизации молочных продуктов с разным давлением гомогенизации. Для исследований использовались давления 30, 60, 90, 120, 150, 180 МПа. Полученные после гомогенизации пробы исследовались с помощью цифрового микроскопа с увеличениями 100, 400, 600 крат. Параллельно осуществлялось по 2 снимка, ввиду чего общее количество снимков составило 42 штук (таблица 1). Пример микроснимка пробы молока с увеличением в 100 раз представлен на рисунке 1.

Т а б л и ц а 1
Основные характеристики микроснимков

№ п/п	Давление гомогенизации, МПа	Увеличение, крат
1	Без гомогенизации	100
2	Без гомогенизации	400
3	Без гомогенизации	600
4	30	100
5	30	400
6	30	600
7	60	100
8	60	400
9	60	600
10	90	100
11	90	400
12	90	600
13	120	100
14	120	400
15	120	600
16	150	100
17	150	400
18	150	600
19	180	100
20	180	400
21	180	600

Для калибровки изображений и перехода к физическим единицам измерения осуществлялась микросъемка эталонного объекта (рисунок 1).

Поскольку цвет пробы не представляет интереса для дальнейших исследований, для упрощения дальнейших преобразований необ-

ходимо осуществить преобразование в оттенки серого с желаемой шкалой, например $Y_{ij} = 0.3R_{ij} + 0.59G_{ij} + 0.11B_{ij}$. Осуществим преобразование в режим 32 bit следующей командой: `run("32-bit")`.

Дальнейшим этапом является приведение цифрового изображения к физическим единицам измерения с использованием шкалирования на основе цифрового изображения измерительной линейки (рисунок 2) с одинаковым коэффициентом увеличения. Для этого используется инструмент MakeLine с параметрами, которые автоматически задаются при создании линии с длиной, равной одному делению эталонной шкалы. Соответствующий скрипт макроса на языке Java имеет вид:

```
makeLine(x1, y1, x2, y2);
run("Set Scale...", "distance=26.019
known=0.000001 pixel=1 unit=m");
```

где $x1, y1, x2, y2$ – координаты точек начала и конца отрезка, соответствующего одному делению шкалы (рисунок 2), параметр *distance* – длина отрезка в пикселях, *known* – длина отрезка в единицах *unit*.

Например, одному делению шкалы на рисунке 1 при увеличении 100 раз соответствует 26 пикселей. В дальнейшем все снимки проходят процедуру установки масштаба `Analyze->SetScale...` с параметрами `Distanceinpixels = 26`, `Pixelaspectratio = 0.000001` и `Unitoflength = m`.

Далее необходимо избавиться от помех на фоне, так как некоторые мелкие объекты в дальнейшем могут ошибочно распознаться как жировые шарики. Для этого можно использовать функцию `Process->SubtractBackground...` с параметром `Rollingballradius = 170`.

```
run("SubtractBackground...",
"rolling=150");
```

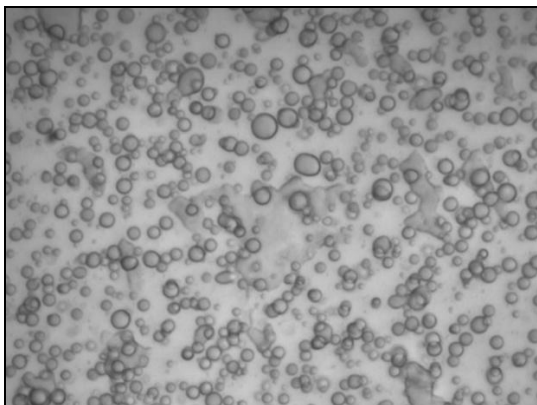


Рисунок 1. Снимок пробы молока со 100-кратным увеличением

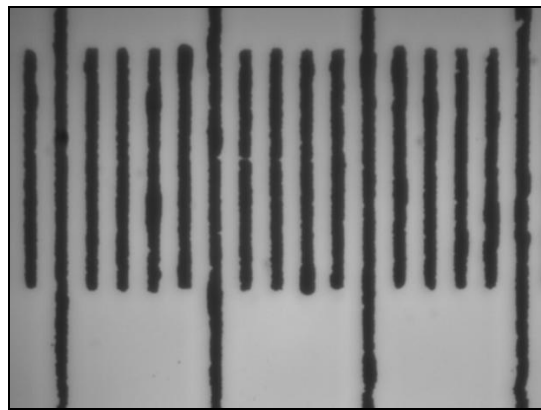


Рисунок 2. Снимок калибровочной линейки со 100-кратным увеличением

Альтернативным вариантом является использование полосового фильтра (bandpass-filter) на основе быстрого преобразования Фурье, чтобы отфильтровать объекты в заданном диапазоне их размеров (например, 5-600px). Алгоритм осуществляет переход в частотную область с использованием быстрого преобразования Фурье, осуществляет вырезку необходимого частотного диапазона, а затем выполняется обратное преобразование [4].

Изображение $f(x, y)$ измеряется с шагом $\Delta x, \Delta y$, измеренные значения $\tilde{f}_{j_x, j_y}$ содержат полезный сигнал и помеху [2]

$$\tilde{f}_{j_x, j_y} = f(x_j, y_j) + \xi_{j_x, j_y}, \quad (1)$$

где $1 \leq j_x \leq N_x, 1 \leq j_y \leq N_y, N_x, N_y$ – размер изображения в единицах элементов размером $\Delta x \times \Delta y$ (может быть один пиксель). Далее осуществляется вычисление коэффициентов дискретного преобразования Фурье (ДПФ):

$$\tilde{F}(l_x, l_y) = \frac{1}{N_x N_y} \sum_{j_x=0}^{N_x-1} \sum_{j_y=0}^{N_y-1} \tilde{f}_{j_x, j_y} \cdot e^{-\frac{2\pi i}{N_x N_y} (j_x l_x + j_y l_y)} \quad (2)$$

Каждому индексу l_x, l_y соответствует частота $\omega_x = \Delta_x l_x, \omega_y = \Delta_y l_y$.

Далее из полученного спектра изображения удаляются определённые участки за пределами полосы пропускания $\omega_{nn} \leq \omega_{nn} \leq \omega_{nn}$,

где ω_{nn}, ω_{nn} – нижний и верхний пределы полосы пропускания, ω_{nn} – частоты, попадающие в диапазон полосы пропускания. Для этого осуществляется операция умножения спектра изображения на функцию, определяющую характер «вырезания» определённых частот

$$\hat{F}(l_x, l_y) = \tilde{F}(l_x, l_y) \cdot W(l_x, l_y), \quad (3)$$

где $W(l_x, l_y)$ функция, реализующая удаление части спектра. В простейшем случае закон «вырезания» выглядит следующим образом:

$$L(\omega) = \begin{cases} 0, \forall \omega > \omega_{nn} \\ 1, \forall \omega_{en} \geq \omega \geq \omega_{nn} \\ 0, \forall \omega < \omega_{en} \end{cases} \quad (4)$$

Этому преобразованию соответствует оператор:

```
run("BandpassFilter...", "filter_large=600
filter_small=5 suppress=Nonetolerance=5 au-
toscalesaturate").
```

Результирующее изображение представлено на рисунке 3.

Следующим этапом идет процедура получения двухбитного изображения на основе пороговой классификации пикселей в соответствии с правилом:

$$T = \{p \in D | f(p) < h\}, \quad (5)$$

где p – характеристика «высоты» пикселя; h – величина порога.

Для этого используются процедуры:

```
setThreshold(1, 159);
run("ConverttoMask").
```

Следует отметить, что выбор пороговых значений в сильной степени определяет качество анализа частиц в дальнейших процедурах, т.к. в результате этой операции происходит как «склеивание» рядом лежащих частиц в одну, так и «незамыкание» колец для светлых частиц, что приводит к погрешностям в дальнейшем анализе. Такие проблемы вызваны как неравномерностью засветки по всей площади снимка, так и ввиду того, что проба молока имеет свою толщину и жировые шарики находятся на разном расстоянии от точки фокуса и поэтому имеют разную резкость и яркость. Результирующее изображение представлено на рисунке 4. Для автоматического определения порогов можно использовать процедуру `setAutoThreshold("Default")`.

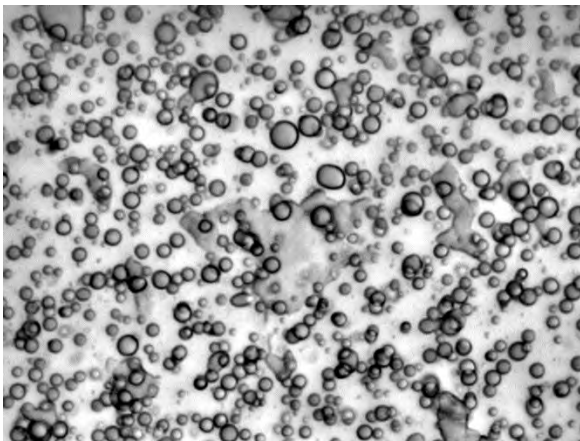


Рисунок 3. Вид микроснимка с настроенным диапазоном полосы пропускания

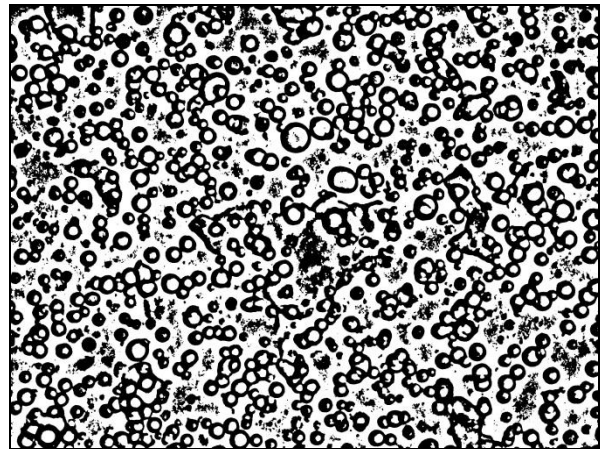


Рисунок 4. Микроснимок в двухбитном виде

Поскольку жировые шарики частично пропускают свет, после обработки получают кольцевые структуры. Для избавления от кольцевых структур можно использовать операцию заливки колец (`run("FillHoles")`).

Наличие «слипшихся» элементов является причиной близкого расположения жировых шариков друг к другу и их частичного перекрытия. В дальнейшем изображение после операции `FillHoles` малоприспособно для последующей обработки, т.к. «слипшиеся элементы» в ряде случаев будут интерпретироваться как одно целое и необходима процедура, снижающая погрешности расчетов, вызванные «слипанием». Для этих целей можно использовать алгоритм преобразования графических изображений `Watershed`, осуществляющий декомпозицию отдельных элементов изображения по принципам геометрических характеристик их пикселей, аналогичных высоте в рельефе земли и моделирующий «водораздел» [5]. Для бинарных изображений алгоритм декомпозиции основан на вычислении расстояний каждой точки изображения из множества черных пикселей $b \in B$ до ближайшей точки из множества белых пикселей $w \in W$. Расстояние в простейшем случае может быть Евклидовым:

$$D_{Eu}([i_1, j_1], [i_2, j_2]) = \sqrt{(i_1 - i_2)^2 + (j_1 - j_2)^2}. \quad (6)$$

Преобразование осуществляется процедурой `run("Watershed")`. Результат преобразования представлен на рисунке 6.

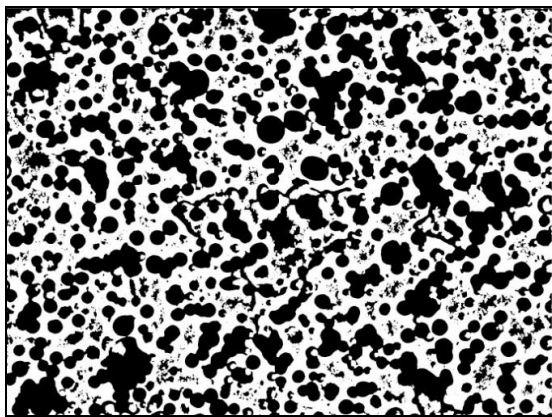


Рисунок 5. Изображение с залитыми кольцами

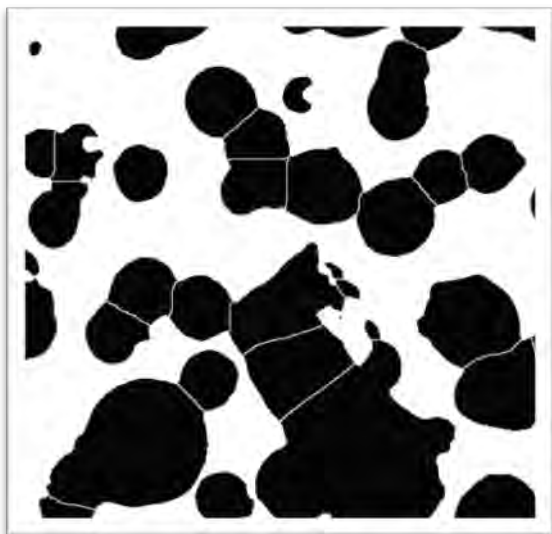


Рисунок 6. Изображение, преобразованное по принципу геометрических характеристик

Проведенные операции подготавливают изображение к проведению основной операции, которая осуществляет поиск и анализ частиц на изображении в соответствии с заданными параметрами AnalyzeParticles. При использовании этой функции можно задать диапазон размеров площадей частиц, которые будут анализироваться в пикселях в квадрате (Size, pixel^2), причем максимальный диапазон может быть от 0 до значения Infinity. Параметр Circularity отвечает за анализ близости найденных частиц к форме круга, значение 1 соответствует кругу, а ноль - полосе единичной толщины. Промежуточные значения позволяют настроить алгоритм поиска на обнаружение фигур, близких по форме к кругу (например, $\text{Circularity}=(0.6 \div 1)$).

Пример выходного графического изображения с опцией Outlines (контуры) представлен на рисунке 7. Также в результате работы процедуры AnalyzeParticles формируется таблица, содержащая перечень свойств всех обнаруженных объектов.

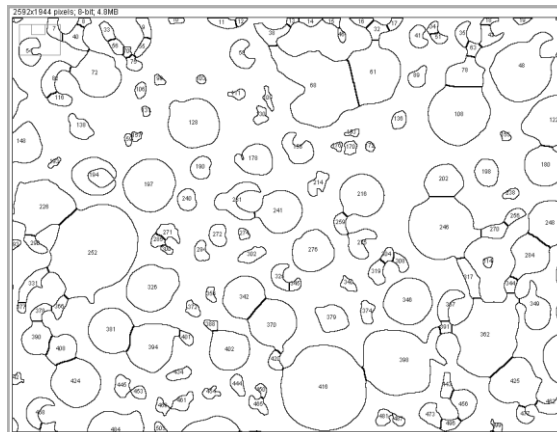


Рисунок 7. Изображение в виде контуров

Полученная таблица содержит информацию о площади обнаруженного объекта в выбранной на этапе шкалирования размерности (пиксель², или мкм²), среднем, минимальном и максимальном значении выборки, а также порядковый номер объекта. Формат Excel сохранения таблицы совместим с пакетом Statistica, что позволяет использовать всю вычислительную мощь этого пакета для дальнейшего анализа полученных данных.

Для дальнейшего анализа также целесообразно осуществить переход от единиц площади к радиусу объекта $r_{об} = \sqrt{\frac{S_{об}}{\pi}}$ и, зная плотность жира, к приближительному значению массы $m_{об} = \frac{4}{3} \pi \rho_{жс} r_{об}^3$.

Эти расчеты можно выполнить как в пакете Statistica, так и в системе Excel.

Обработка преобразованных данных в пакете Statistica имеет множество возможностей. Основными представляющими интерес с точки зрения свойств молочных продуктов и влияния технологического режима их обработки (в данном случае процесса гомогенизации) являются простейшие описательные статистики (descriptivestatistics). Выделением соответствующего столбца данных и выбора меню Statistics рассчитываются такие статистические характеристики исследуемой выборки как среднее значение, размах, дисперсия, коэффициенты асимметрии и эксцесса.

Кроме этого пакет Statistica строит гистограммы с аппроксимирующей распределение функцией и её параметрами (рисунок 8), которые наглядно демонстрируют распределение жировых шариков по выбранному параметру (площадь, объем или масса). Также информативными для изучения свойств молочных продуктов могут оказаться диаграммы,

показывающие отклонение от нормального распределения и «яшнкорне»-диаграммы.

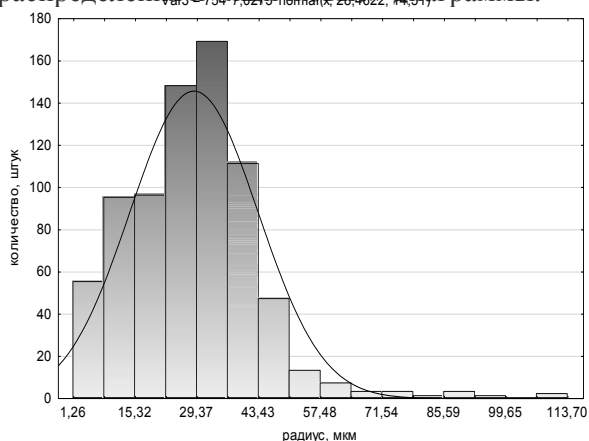


Рисунок 8. Гистограмма распределения жировых шариков в анализируемом образце по радиусу

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Крусъ Г.Н. Технология молока и молочных продуктов. М.: Колосс, 2003. 315 с.
- 2 Gonzalez R.C., Woods R.E. Digital Image Processing. Prentice-Hall, 2002. P. 617-620.
- 3 Официальный сайт ImageJ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.imagej.ru> (22 сентября 2014 г.).
- 4 Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения. М.: Мир, 1971. 316 с.
- 5 Jos B., Roerdink T.M., Meijster A. The water shed transform: Definitions, algorithms and parallelization strategies // Fundament Informatics. 2001. № 41. P. 187-228.

В заключение можно отметить, что в сравнении с результатами визуального анализа, при обработке «потеряно» порядка 7% шариков, что можно считать приемлемым результатом, основной проблемой подхода является наличие незамкнутых кольцевых областей, которые не обрабатываются процедурой fillholes. Улучшить результаты можно многократным применением и комбинированием фильтров.

REFERENCES

- 1 Krus' G.N. Tekhnologiya moloka i molochnykh produktov [Technology of milk and dairy products]. Moscow, Koloss, 2003. 315 p. (In Russ.).
- 2 Gonzalez R.C., Woods R.E. Digital Image Processing. Prentice-Hall, 2002. pp. 617-620.
- 3 Ofitsial'nyi sait ImageJ [The official website for ImageJ]. Available at: <http://www.imagej.ru> (Accessed 22 September 2014). (In Russ.).
- 4 Dzhenkins G., Vatts D. Spektral'nyi analiz i ego prilozheniia [Spectral analysis and its applications], Moscow, Mir, 1971. 316 p. (In Russ.).
- 5 Jos B., Roerdink T.M., Meijster A. The water shed transform: Definitions, algorithms and parallelization strategies. Fundament Informatics, 2001, no. 41, pp. 187-228.

УДК 621.983.5

Профессор Е.Д. Чертов, доцент М.А. Васечкин,
доцент О.Ю. Давыдов, профессор В.Г. Егоров,
(Воронеж.гос. ун-т инж. технол.) кафедра технической механики.
тел.(473) 251-48-24
E-mail: vlad-niat@mail.ru

Professor E.D. Chertov, associate Professor M.A. Vasechkin,
associate Professor O.Iu. Davydov, professor V.G. Egorov,
(Voronezh state university of engineering technology) Department of technical mechanics.
phone (473) 251-48-24
E-mail: vlad-niat@mail.ru

Моделирование кинематики пластического течения при калибровке тонкостенной прецизионной трубы обжатием

Modeling of kinematics of a plastic shaping at calibration of a thin-walled precision pipe sinking

Реферат. Разработана математическая модель кинематики пластического течения при обжатии тонкостенной прецизионной трубы, применяемой для калибровки концов унифицированных элементов трубопровода летательных аппаратов из титановых сплавов и коррозионно-стойких сталей перед сборкой в трассу посредством автоматической аргонодуговой сварки кольцевых стыков. Для моделирования применяется энергетический критерий устойчивости с использованием кинематически возможных полей скоростей для получения верхней оценки усилия деформирования. Разработанная модель кинематики пластического течения позволяет получить энергосиловые параметры основного состояния процесса калибровки обжатием и может быть использована для решения задачи об устойчивости процесса деформирования по результатам сопоставления энергетических (силовых) параметров для основного (устойчивого) и возмущенного состояний. Моделирование производится в цилиндрической системе координат путем сравнения вариантов кинематически возможных полей скоростей течения, удовлетворяющих условию несжимаемости и кинематическим краевым условиям. По результатам моделирования был выбран вариант разрывного поля скоростей, при котором уменьшение наружного радиуса R происходит только за счет увеличения толщины стенки трубы t . Для данного варианта величина давления обжатия имела наименьшее значение, следовательно выбранное поле скоростей наиболее близко к действительному. Установлено, что с увеличением шага подачи l при калибровке многосекторным инструментом требуемое давление обжатия q уменьшается. При одинаковом шаге подачи l трубу с меньшей относительной толщиной t/R необходимо калибровать меньшим давлением обжатия. С возрастанием предела текучести при сдвиге материала трубной заготовки давление обжатия q увеличивается.

Summary. The mathematical model of kinematics of a plastic shaping at the sinking of a thin-walled precision pipe applied to calibration of the ends of the unified elements of the pipeline of aircraft from titanic alloys and corrosion-resistant steel before assembly to the route by means of automatic argon-arc welding of ring joints is developed. For modeling, the power criterion of stability with use of kinematic possible fields of speeds is applied to receiving the top assessment of effort of deformation. The developed model of kinematics of a plastic current allows to receive power parameters of the main condition of process of calibration by sinking and can be used for the solution of a task on stability of process of deformation by results of comparison of power (power) parameters for the main (steady) and indignant states. Modeling is made in cylindrical system of coordinates by comparison of options of kinematic possible fields of the speeds of a current meeting a condition of incompressibility and kinematic regional conditions. The result of the modeling was selected discontinuous field of high-speed, in which the decrease outer radius (R) occurs only by increasing the thickness of the pipe wall (t). For this option the size of pressure of sinking had the smallest value, therefore the chosen field of speeds closely to the valid. It is established that with increase in a step of giving l at calibration by the multisector tool the demanded pressure of sinking of q decreases. At an identical step of giving l pipe with the smaller relative thickness of (t/r) needs to be calibrated the smaller pressure of sinking. With increase of a limit of fluidity at shift of material of pipe preparation pressure of sinking of (q) increases.

Ключевые слова: математическая модель, обжатие, давление, тонкостенная труба, устойчивость, поле скоростей.

Keywords: mathematical model, reduction, pressure, thin-wall pipe, stability, velocity field.

Элементы трубопровода летательных аппаратов из титановых сплавов и коррозионно-стойких сталей подлежат калибровке перед сборкой в трассу трубопровода. Калибровка применяется для подготовки стыкуемых кромок с целью устранения несоответствия диаметров и овальности. При этом отклонения наружного диаметра калиброванного конца тонкостенных прецизионных труб под автоматическую сварку кольцевых стыков не должны превышать $\pm 0,15$ мм от номинального размера [1].

Сущность известного способа калибровки заключается в обжатии трубы многосекторной матрицей [2] (рисунок 1). Рабочее движение секторов матрицы - радиальное по направлению к оси трубы.

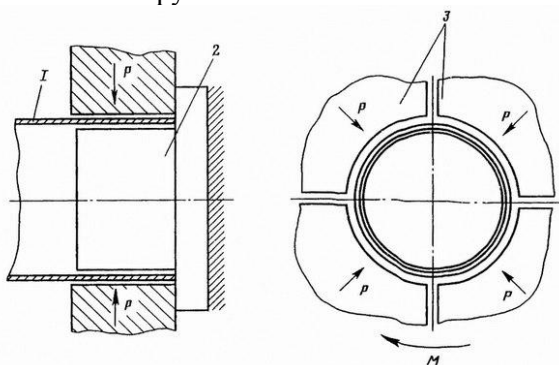


Рисунок 1. Схема калибровки многосекторной матрицей: 1 — труба калибруемая; 2 — оправка; 3 — секторы матрицы

В теоретическом плане процесс калибровки труб способом обжатия многосекторным инструментом активно изучается отечественными и зарубежными учеными. Так, в работе [3] произведен расчет силовых параметров при ротационном обжиме тонкостенных труб. Экспериментальное исследование устойчивости заготовки при обжиме проводилось в [4] на трубах из стали ШХ-15 с различными геометрическими параметрами. Поскольку устойчивость трубных заготовок зависит от соотношения их геометрических параметров, штамповой оснастки, условий интенсификации процесса обжима, то варьируемыми параметрами в опытах выбрана высота и толщина стенки трубы.

В то же время причины раннего гофрообразования (рисунок 2) при калибровке обжатием особотонкостенных труб многосекторным инструментом изучены недостаточно. В открытой печати отсутствуют сведения о продольной устойчивости тонкостенной прецизионной трубы в результате обжима ее концов многосекторным инструментом в процессе калибровки перед автоматической сваркой кольцевых стыков. Не выявлено влияние относительной толщины стенки трубы, ее диамет-

ра, величины обжатия, количества секторов разжимного инструмента и механических характеристик используемых сплавов на потерю устойчивости в продольном направлении.



Рисунок 2. Потеря устойчивости стенкой трубы при калибровке обжатием

Оценка устойчивости деформирования с использованием энергетического критерия устойчивости выполняется по результатам сопоставления энергетических (силовых) параметров для основного (устойчивого) и возмущенного состояний. Поэтому для решения задачи об устойчивости процесса деформирования необходимо иметь модель кинематики течения и энергосиловые параметры для основного состояния.

Для моделирования кинематики течения при обжатии трубы и определения необходимого давления обжатия используем метод верхней оценки. Согласно этому методу, любое кинематически возможное поле скоростей позволяет получить верхнюю оценку усилия деформирования. Для действительного поля скоростей верхняя оценка усилия достигает минимального (точного) значения. Схема калибровки обжатием края трубы и геометрические параметры процесса представлены на рисунке 3.

Для описания геометрии заготовки используем цилиндрическую систему координат r, θ, z . Границы изменения координат для деформируемой части заготовки определяются неравенствами:

$$R - t \leq r \leq R; \quad 0 \leq \theta \leq 2\pi; \quad 0 \leq z \leq l \quad (1)$$

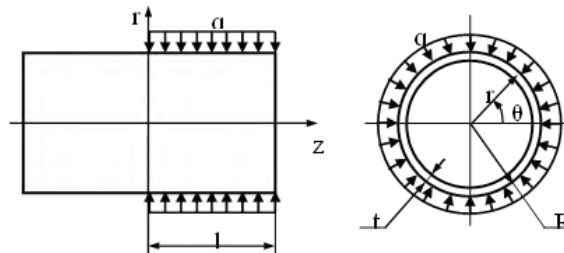


Рисунок 3. Схема и геометрические параметры калибровки

Поле скоростей, описывающее пластическое течение заготовки должно удовлетворять условию несжимаемости и кинематическим краевым условиям. Калибровка представляет собой осесимметричный процесс. Поэтому примем, что окружная компонента v_θ вектора скорости равна нулю.

Условие несжимаемости в указанной системе координат с учетом принятого допущения имеет вид:

$$\frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{v_r}{r} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0, \quad (2)$$

а компоненты тензора скоростей деформаций определяются по формулам:

$$\begin{cases} \varepsilon_r = \frac{\partial v_r}{\partial r} \\ \varepsilon_\theta = \frac{v_r}{r} \\ \varepsilon_z = \frac{\partial v_z}{\partial z} \\ \gamma_{zr} = \frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{\partial v_r}{\partial z} \end{cases} \quad (3)$$

Так как характер течения металла неизвестен, то рассмотрим несколько вариантов полей скоростей и для каждого из них определим необходимую величину давления обжатия. Наилучшим будет являться тот вариант, для которого величина давления имеет наименьшее значение. Допустимыми являются не только непрерывные, но и разрывные поля скоростей.

Рассмотрим следующие варианты деформирования заготовки:

- вариант № 1- непрерывное поле скоростей, при котором уменьшение наружного радиуса R происходит при увеличении длины l калибруемой части трубы;

- вариант № 2- непрерывное поле скоростей, при котором уменьшение наружного радиуса R происходит только за счет увеличения толщины стенки трубы t ;

- вариант №3- разрывное поле скоростей, при котором уменьшение наружного радиуса R происходит только за счет увеличения толщины стенки трубы t . В этом случае имеет место разрыв в радиальной компоненте скорости на границе между калибруемым участком и основной трубой.

Вариант № 1.

Кинематические краевые условия для данного варианта имеют вид:

$$v_r|_{z=0} = 0; \quad v_z|_{z=l} = 0. \quad (4)$$

Принимаем, что радиальная компонента скорости определяется выражением:

$$v_r = -rz. \quad (5)$$

При этом будет выполнено одно из условий (4).

Подставляя (5) в (2), находим:

$$v_z = z^2 + f_1(r), \quad (6)$$

где $f_1(r)$ - неизвестная функция.

Функцию $f_1(r)$ найдем из условия выполнения соотношений (4) и (1):

$$f_1(r) = -l^2. \quad (7)$$

Подставляя (7) в (6), окончательно будем иметь:

$$v_z = z^2 - l^2. \quad (8)$$

Поле скоростей, в этом случае, описывается уравнениями вида:

$$\begin{cases} v_r = -rz \\ v_\theta = 0 \\ v_z = z^2 - l^2 \end{cases} \quad (9)$$

Из системы уравнений (3) определяем компоненты тензора скоростей деформаций:

$$\begin{cases} \varepsilon_r = -z \\ \varepsilon_\theta = -z \\ \varepsilon_z = 2z \\ \gamma_{zr} = -r \end{cases} \quad (10)$$

Мощность пластической деформации определяется по формуле:

$$N_{nl} = k \int_V H dV, \quad (11)$$

где V – объем пластической области; k – предел текучести при сдвиге, осредненный по объему пластической области; H – интенсивность скоростей деформаций сдвига.

При принятых допущениях интенсивность скоростей деформаций сдвига равна:

$$H = \sqrt{2(\varepsilon_r^2 + \varepsilon_\theta^2 + \varepsilon_z^2) + \gamma_{zr}^2}. \quad (12)$$

Используя (10), (11) и (12), находим:

$$N_{nl} = 2\pi k \int_0^l \int_{R-t}^R \sqrt{12z^2 + r^2} r dr dz. \quad (13)$$

Для тонкостенных труб $t \ll R$. Поэтому при вычислении интеграла (13) можно принять $r \cong R$. С учетом этого упрощения выражение (13) принимает вид:

$$N_{nl} = 2\pi k \int_0^l \sqrt{12z^2 + R^2} dz. \quad (14)$$

Используя для вычисления интеграла (14) неравенство Коши-Буняковского, находим:

$$N_{nl} = 2\pi k R t l \sqrt{4l^2 + R^2}. \quad (15)$$

Мощность давления обжатия при калибровке определяется по формуле:

$$N_q = q \int_S v_r|_{r=R} dS, \quad (16)$$

где S – площадь наружной поверхности трубы, нагруженной давлением q .

Вычисляя с использованием соотношений (9) интеграл (16), получим:

$$N_q = q \pi R^2 l^2. \quad (17)$$

Для определения давления обжатия q используем уравнение баланса мощностей:

$$N_q = N_{nl}. \quad (18)$$

Из соотношений (18), (14) и (17) находим:

$$q_0 = \frac{2t}{l} \sqrt{1 + 4 \frac{l^2}{R^2}}, \quad (19)$$

где $q_0 = \frac{q}{k}$ – относительное значение давления обжатия.

Вариант № 2.

Кинематические краевые условия для варианта 2 имеют вид (4). Принимаем для радиальной компоненты скорости выражение:

$$v_r = -\frac{z}{r}. \quad (20)$$

Подставляя (20) в (2), находим:

$$v_z = 0. \quad (21)$$

Для полученных выражений (20) и (21) условия (4) выполняются.

Поле скоростей для варианта № 2 имеет вид:

$$\begin{cases} v_r = -\frac{z}{r} \\ v_\theta = 0 \\ v_z = 0 \end{cases}. \quad (22)$$

Применяя изложенную для варианта № 1 методику по определению мощности пластической деформации и мощности внешнего давления и используя уравнение баланса мощностей (18), получим формулу для определения относительного давления обжатия q_0 :

$$q_0 = \frac{2t}{l} \sqrt{1 + \frac{4}{3} \frac{l^2}{R^2}}, \quad (23)$$

Сопоставляя (19) и (23) приходим к выводу, что при любом сочетании геометрических параметров давление для варианта № 2 меньше давления для варианта № 1. Это означает, что кинематика варианта № 2 лучше описывает течение металла при калибровке обжатием по сравнению с вариантом № 1.

Вариант № 3.

В варианте 3 рассмотрим поле скоростей, при котором имеет место разрыв радиальной компоненты скорости на границе между калибруемым участком и основной трубой. В этом случае при моделировании кинематики первое из соотношений (4) не используется.

Принимаем, что радиальная компонента скорости определяется выражением:

$$v_r = -\frac{1}{r}. \quad (24)$$

Подставляя (24) в (2), получаем:

$$v_z = 0. \quad (25)$$

Для принятых соотношений (24) и (25) условия (4) выполняются.

Поле скоростей для варианта № 3 имеет вид:

$$\begin{cases} v_r = -\frac{1}{r} \\ v_\theta = 0 \\ v_z = 0 \end{cases}. \quad (26)$$

Используя соотношения (26) и (11) находим, что мощность пластической деформации при условии $t \ll R$ равна:

$$N_{nl} = 4\pi k l \frac{t}{R}. \quad (27)$$

Мощность диссипации энергии на поверхности разрыва скоростей определяется по формуле:

$$D = \int_{S_p} k[v] dS, \quad (28)$$

где S_p – площадь поверхности разрыва скоростей; $[v]$ – величина разрыва скорости.

Величина разрыва скорости на поверхности между калибруемым участком и основной трубой равна:

$$[v] = \frac{1}{r}. \quad (29)$$

Подставляя (28) в (27), находим:

$$D = 2\pi k t. \quad (30)$$

По соотношениям (16) и (25) определяем мощность внешнего давления:

$$N_q = 2q\pi l. \quad (31)$$

Уравнение баланса мощностей в данном случае имеет вид:

$$N_q = N_{nl} + D. \quad (32)$$

Используя (27), (30), (31) и (32), находим, что относительное давление обжатия q_0 равно:

$$q_0 = \frac{t}{l} \left(1 + 2 \frac{l}{R}\right). \quad (33)$$

Из сопоставления зависимостей (23) и (33) следует, что при любой относительной длине $\frac{l}{R}$ калибруемого участка трубы $q_0^{II} \geq q_0^{III}$, где q_0^{II}, q_0^{III} - относительные давления обжатия для вариантов № 2 и № 3 соответственно.

На рисунке 4 представлены графические зависимости изменения относительного давления обжатия q_0 .

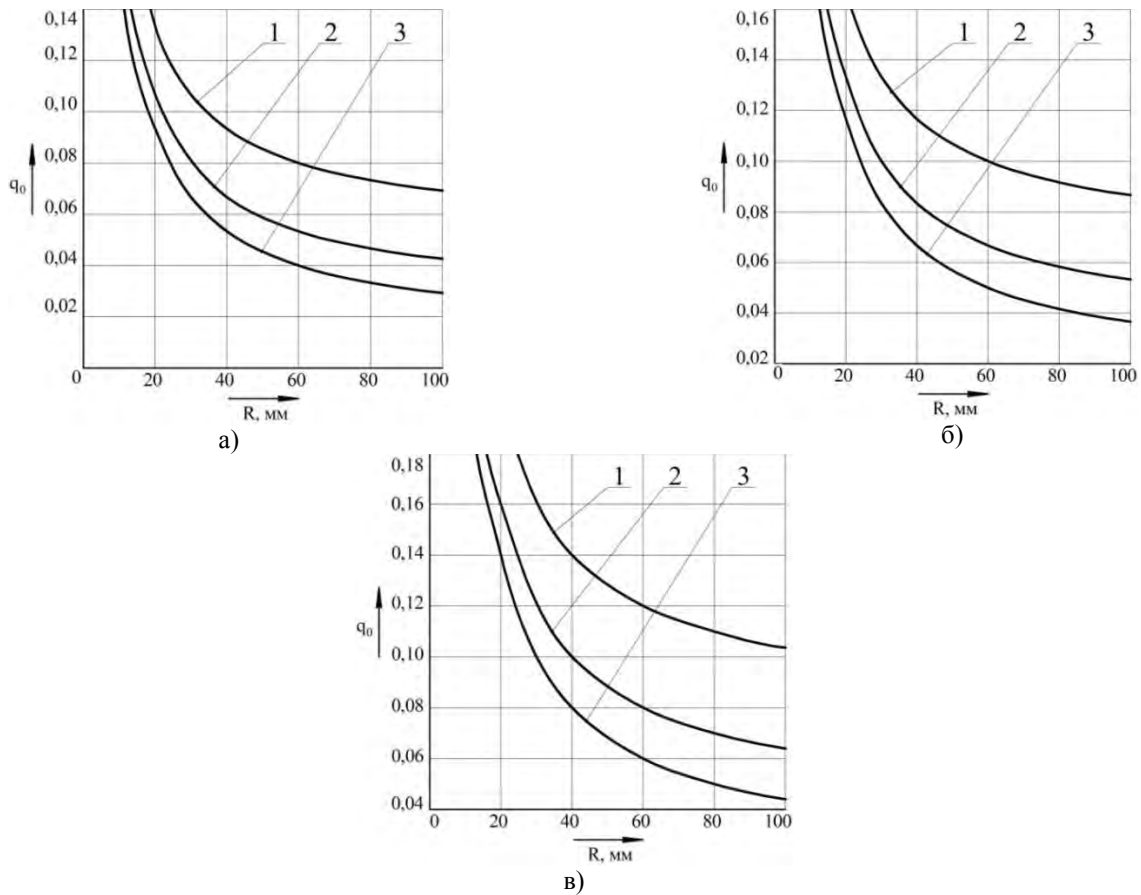


Рисунок 4 Зависимости между радиусом R калибруемой тонкостенной трубы и относительным давлением обжатия q_0 : а – при $t=0,8$ мм; б – при $t=1,0$ мм; в – при $t=1,2$ мм: при длине калибруемого участка трубы: 1 – $l=15$ мм, 2 – $l=30$ мм, 3 – $l=60$ мм

Можно сделать следующие выводы:

1. При описании пластического течения и определении энергосиловых параметров при калибровке трубы обжатием рекомендуется использовать кинематику по варианту № 3.

2. С увеличением шага подачи l при калибровке многосекторным инструментом требуемое давление обжатия q уменьшается (рисунок 4).

3. При одинаковом шаге подачи l трубу с меньшей относительной толщиной t/R необходимо калибровать меньшим давлением обжатия (рисунок 4).

4. С возрастанием предела текучести при сдвиге материала трубной заготовки давление обжатия q_0 увеличивается.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Захарченко Н.Д., Салахетдинов З.Х. и др. Руководящий технический материал РТМ 1.4.1638 – 86. Конструктивно – технологическая отработка трубопроводных коммуникаций, изготовление и контроль труб и патрубков. М.: НИАТ, 1988. 576 с.
- 2 Голуб В.В., Егоров В.Г., Захарченко Н.Д. Ротационная вытяжка тонкостенных корпусов фильтродержателей // КШП. Обработка материалов давлением. 1998. №3. С.16-20.
- 3 Чумадин А.С., ЗоХейн Вин Расчет силовых параметров при ротационном обжиге труб // Науч. тр. МАТИ-РГТУ. 2013. №20. С.182-185.
- 4 Сосенушкин Е.Н., Третьякова Е.И. Экспериментальное исследование устойчивости трубной заготовки при комбинировании операций обжига и раздачи. М.: Рос. Ассоц. производителей станкоинструм. продукции “Станкоинструмент”, 2010. С.313-318.

REFERENCES

- 1 Zakharchenko N. D., Salakhedinov Z. Kh. Rukovodiashchii tekhnicheskii material RTM 1.4.1638 – 86. Konstruktivno-tekhnologicheskaiya otrabotka truboprovodnykh kommunikatsii, izgotovlenie i kontrol' trub i patrubkov [The leading technical material LTM 1.4.1638 – 86. Structurally – technological optimization of pipeline communications, production and control of pipes and branch pipes], Moscow, NIAT, 1988. 576 p. (In Russ.).
- 2 Golub V. V., Egorov V. G., Zakharchenko N. D. Rotary drawing of thin-walled cases of filter holders. *KShP. Obrabotka materialov davleniem*. [Press-forging production. Processing of materials by pressure], 1998, no. 3, pp.16-20. (In Russ.).
- 3 Chumadin A. S. Zo Hein Win Calculation of power parameters at rotational compression of pipes. *Nauch. tr. MATI-RGTU*. [Scientific work MATI-RSTU], 2013, no.20, pp.182-185. (In Russ.).
- 4 Sosenushkin E. N., Tret'yakova E.I. Eksperimental'noe issledovanie ustoichivosti trubnoi zagotovki pri kombinirovanii operatsii obzhima i razdachi [Field research of stability of pipe preparation at a combination of operations of pressing and expansion]. Moscow, Ross. Assots. proizvoditelei stankoinstrum. produktsii “Stankoinstrument”, 2010. pp. 313-318. (In Russ.).

УДК 519.8 (075)

Профессор В.Ф. Лебедев, доцент С.В. Подкопаева,
доцент Е.А. Хромых

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационных и управляющих систем.
тел. (473) 255-387-75

E-mail: helen_hrom@mail.ru

Professor V.F. Lebedev, associate Professor S.V. Podkopaeva,
associate Professor E.A. Khromykh

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of information and control
systems products. phone (473) 255-38-75

E-mail: helen_hrom@mail.ru

Распределение шихты по реакторам каскада в производстве низкомолекулярных сополимеров бутадиена со стиролом

Distribution of the mixture through the reactors cascade in the production of low molecular copolymers of butadiene with styrene

Реферат. При полимеризации бутадиена со стиролом основным фактором, ограничивающим производительность каскада реакторов, является теплосъем. При этом время пребывания мономеров в реакторе значительно превышает время, которое на основании кинетических закономерностей необходимо для завершения процесса. С целью увеличения производительности осуществляется распределение шихты по реакторам каскада. Необходимо распределить поток шихты по реакторам каскада таким образом, чтобы образующийся полимер имел одинаковую вязкость на выходе из каждого реактора. Разработан алгоритм распределения шихты по реакторам каскада с учетом параметров синтеза (температуры в реакторе, приведенной скорости подачи шихты, соотношения модификатора и инициатора в комплексе), количества реакторов и заданной динамической вязкости. В соответствии с разработанным алгоритмом проведен расчет скоростей подачи шихты в каждый реактор каскада. Показано, что расход шихты в каждый полимеризатор зависит от общей производительности установки и от количества реакторов в каскаде. Представленный алгоритм распределения исходной шихты по реакторам каскада позволяет обеспечить максимальную производительность установки и заданное качество получаемого полимера. С целью определения степени превращения мономеров и температурного режима протекания процесса полимеризации при рассчитанной скорости подачи шихты в первый полимеризатор каскада осуществлен расчет основных технологических параметров процесса полимеризации в режиме реального времени с использованием математической модели. Анализ результатов моделирования показывает, что в течение первого часа концентрация мономеров не превышает 0,085 моль/л, что соответствует степени превращения мономера 99 %, при этом температура в реакторе соответствует оптимальному режиму – от 65 до 85 °С.

Summary. In the polymerization of butadiene with styrene heat removal is the main factor limiting the output of the cascade reactor. Thus the residence time of the monomers in the reactor exceeds significantly the time necessary to complete the process on the basis of kinetic regularities. To increase the output of the mixture the distribution in the reactor cascade is made. It is necessary to distribute the flow of mixture through the reactor of the cascade to have the resulting polymer of the same viscosity at the outlet of each reactor. The algorithm of distribution of the mixture in the reactor cascade with regard to the synthesis parameters (temperature in the reactor and the feed rate of the mixture, the ratio of the modifier and the initiator in the complex), the number of reactors and a determined dynamic viscosity is developed. In accordance with the developed algorithm the calculation of the velocity of the mixture feed in each reactor of the cascade is made. It is shown that the flow of mixture in each polymerization unit depends on the overall output of the installation and the number of reactors in the cascade. The algorithm for the distribution of the initial mixture in the reactor cascade is developed to provide maximum output of the installation and set the quality of the obtained polymer. To determine the degree of conversion of monomers and temperature conditions of the process of polymerization under the calculated speed of the feed mixture in the first polymerization cascade the basic technological parameters of the polymerization process in real time mode, the calculation using a mathematical model is made. The analysis of the simulation results shows that during the first hour, the concentration of monomers does not exceed of 0.085 mol/l, which corresponds to the degree of conversion of monomer to 99 %, while the temperature in the reactor corresponds to the optimal mode - from 65 to 85 °C.

Ключевые слова: полимеризация, математическое моделирование, стирол, бутадиен, технологический режим, шихта

Keywords: polymerization, mathematical modeling, styrene, butadiene, technological mode, mixture

© Лебедев В.Ф., Подкопаева С.В., Хромых Е.А., 2014

Процесс полимеризации бутадиена со стиролом протекает в каскаде полимеризаторов. Основным фактором, ограничивающим производительность каскада, является теплосъем, который осуществляется хладагентом, подаваемым в рубашки охлаждения полимеризаторов. Как правило, при этом время пребывания мономеров в реакторе в 3-4 раза превышает время, которое на основании кинетических закономерностей [3] необходимо для завершения процесса.

С целью увеличения производительности установки осуществляется «дробная» подача шихты во все полимеризаторы каскада. Высокая скорость процесса обеспечивает практически 100%-ную конверсию мономеров на выходе из каждого полимеризатора.

С использованием методов математической статистики найдена зависимость между показателем качества (динамическая вязкость) и параметрами синтеза для заданных интервалов изменения исследуемых технологических параметров [2] вида:

$$\eta_{дин} = A - B \frac{[ROK]}{[LiBu]} - C \cdot T + D \cdot V_{пр}, \quad (1)$$

где A, B, C, D - коэффициенты; T - температура в реакторе, $^{\circ}\text{K}$; $V_{пр}$ - приведенная скорость подачи шихты; $[ROK]/[LiBu]$ - соотношение модификатора и инициатора в комплексе.

Эта зависимость позволяет осуществить выбор параметров процесса для получения полимера с заданной динамической вязкостью. Достоверность установленной зависимости подтверждена при выпуске опытных партий в условиях опытного завода [1].

Для получения полимера заданного качества в условиях «дробной» подачи шихты необходимо распределить поток шихты по реакторам каскада таким образом, чтобы образующийся полимер имел одинаковую вязкость на выходе из каждого реактора.

Из зависимости (1) получим:

$$V_{пр i} = \frac{\eta_{дин} - A + B \frac{[ROK]}{[LiBu]} + C \cdot T_i}{D}, \quad (2)$$

где T_i - температура в i -ом полимеризаторе, $V_{пр i}$ - приведенная скорость подачи шихты в i -тый полимеризатор.

Необходимо определить режим «дробной» подачи шихты в реакторы каскада с ис-

пользованием следующих технологических критериев:

- производительность установки;
- расход дорогостоящего катализатора;
- качество получаемого каучука;

Для решения поставленной задачи выполним вывод расчетных соотношений в общем виде.

Пусть P - производительность установки полимеризации, кг/час; G_1 - скорость подачи шихты в первый полимеризатор, л/мин; G_2 - скорость подачи шихты в второй полимеризатор, л/мин; G_3 - скорость подачи шихты в третий полимеризатор, л/мин; G_n - скорость подачи шихты в n -ый полимеризатор, л/мин; N - скорость подачи инициатора в первый полимеризатор, моль/мин.

В связи с дополнительной подачей шихты в полимеризаторы каскада, начиная со второго, концентрация инициатора в полимеризаторах непостоянна и определяется из следующих соотношений:

$$\begin{aligned} N_1 &= \frac{N}{\beta G_1}, \\ N_2 &= \frac{N}{\beta(G_1 + G_2)}, \\ &\dots \\ N_n &= \frac{N}{\beta(G_1 + G_2 + \dots + G_n)}, \end{aligned} \quad (3)$$

где $N_{1, 2, \dots, n}$ - концентрация инициатора в i -том полимеризаторе, моль/л; β - коэффициент, учитывающий изменение плотности полимеризата.

Приведенной скоростью полимеризации называется отношение скорости подачи мономера, поступающего в полимеризатор (моль/л), к количеству инициатора в полимеризаторе (моль).

По определению приведенной скорости:

$$\begin{aligned} V_{пр1} &= \frac{\alpha G_1}{N_1 V_{пол}}, \\ V_{пр2} &= \frac{\alpha G_2}{N_2 V_{пол}}, \\ &\dots \\ V_{прn} &= \frac{\alpha G_n}{N_n V_{пол}}, \end{aligned} \quad (4)$$

где α - коэффициент для перевода л/мин в моль/мин; $V_{пол}$ - объем полимеризатора, л.

Подставляя в зависимости (4) вместо $N_1, N_2, \dots, N_n$ их значения из формул (3), получим:

$$\begin{aligned}
 V_{np1} &= \frac{\alpha \beta G_1^2}{NV_{пол}}, \\
 V_{np2} &= \frac{\alpha \beta G_2 (G_1 + G_2)}{NV_{пол}}, \\
 &\dots \\
 V_{npn} &= \frac{\alpha \beta G_n (G_1 + G_2 + \dots + G_n)}{NV_{пол}}
 \end{aligned} \quad (5)$$

Из формул (5) выразим:

$$\begin{aligned}
 NV_{пол} &= \frac{\alpha \beta G_1^2}{V_{np1}} = \\
 &= \frac{\alpha \beta G_2 (G_1 + G_2)}{V_{np2}} = \dots = \\
 &= \frac{\alpha \beta G_n (G_1 + G_2 + \dots + G_n)}{V_{npn}}
 \end{aligned} \quad (6)$$

Обозначим:

$$m_1 = G_2/G_1;$$

$$m_2 = G_3/G_1;$$

...

$$m_{n-1} = G_n/G_1,$$

тогда из (6) получим:

$$\begin{aligned}
 \left\{ \begin{aligned}
 \frac{V_{np2}}{V_{np1}} &= \frac{G_2 (G_1 + G_2)}{G_1^2} = \\
 &= \frac{G_2}{G_1} + \left(\frac{G_2}{G_1} \right)^2 = \\
 &= m_1 + m_1^2 \\
 \frac{V_{np3}}{V_{np1}} &= \frac{G_3 (G_1 + G_2 + G_3)}{G_1^2} = \\
 &= \frac{G_3}{G_1} + \frac{G_2}{G_1} \cdot \frac{G_3}{G_1} + \left(\frac{G_3}{G_1} \right)^2 = \\
 &= m_2 + m_1 m_2 + m_2^2 \\
 &\dots \\
 \frac{V_{npn}}{V_{np1}} &= \frac{G_n (G_1 + G_2 + \dots + G_n)}{G_1^2} = \\
 &= \frac{G_n}{G_1} + \frac{G_2}{G_1} \cdot \frac{G_n}{G_1} + \dots + \left(\frac{G_n}{G_1} \right)^2 = \\
 &= m_{n-1} + m_1 m_{n-1} + \dots + m_{n-1}^2
 \end{aligned} \right. \quad (7)
 \end{aligned}$$

Из системы уравнений (7) выразим:

$$\left\{ \begin{aligned}
 m_1 &= \sqrt{\frac{V_{np2}}{V_{np1}} + \frac{1}{4}} - \frac{1}{2} \\
 m_2 &= \sqrt{\frac{V_{np3}}{V_{np1}} + \frac{(1+m_1)^2}{4}} - \frac{1+m_1}{2} \\
 &\dots \\
 m_{n-1} &= \sqrt{\frac{V_{npn}}{V_{np1}} + \frac{(1+m_1+m_2+\dots+m_{n-2})^2}{4}} - \\
 &\quad - \frac{1+m_1+m_2+\dots+m_{n-2}}{2}
 \end{aligned} \right. \quad (8)$$

Общая производительность определяется из формулы:

$$P = \gamma (G_1 + G_2 + \dots + G_n), \quad (9)$$

где γ - коэффициент для перевода кг/час в л/мин.

Разделим левую и правую часть уравнения (9) последовательно на $G_1, G_2, \dots, G_n$, после преобразований получим:

$$\left\{ \begin{aligned}
 G_1 &= \frac{P}{\gamma (1 + m_1 + m_2 + \dots + m_{n-1})} \\
 G_2 &= \frac{P m_1}{\gamma (1 + m_1 + m_2 + \dots + m_{n-1})} \\
 &\dots \\
 G_n &= \frac{P m_{n-1}}{\gamma (1 + m_1 + m_2 + \dots + m_{n-1})}
 \end{aligned} \right. \quad (10)$$

Рассчитав приведенные скорости подачи шихты в каждый полимеризатор в соответствии с параметрами процесса, количеством полимеризаторов и заданной динамической вязкостью по формуле (7), определяем $m_1, m_2, \dots, m_n$ по формулам (8) и по формулам (10) рассчитываем $G_1, G_2, \dots, G_n$.

Как следует из уравнений (10), расход шихты в каждый полимеризатор зависит от общей производительности установки и от количества реакторов в каскаде.

Представленный алгоритм распределения исходной шихты по реакторам каскада позволяет обеспечить максимальную производительность установки и заданное качество получаемого полимера.

Приведен расчет скоростей подачи шихты в три полимеризатора каскада согласно уравнениям (1-10).

Производительность установки равна 800 кг/ч. Исходные данные: расход модификатора 28 кг/ч, расход инициатора 19,2 кг/ч, концентрация модификатора в растворе 0,046 моль/л, концентрация инициатора в растворе 0,17 моль/л, плотность раствора модификатора 0,8 кг/л, плотность раствора инициатора 0,8 кг/л, динамическая вязкость 8 спз, коэффициенты зависимости (1) – $A=0,44$, $B=0,69$, $C=0,046$, $D=0,0088$. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1
Распределение шихты по реакторам каскада

№ реактора	Температура в реакторе, °С	Расход шихты в реактор, кг/ч	Расход шихты в реактор, л/мин
1	70	377,556	5,034
2	75	236,842	3,158
3	80	185,602	2,475

С целью определения степени превращения мономеров и температурного режима протекания процесса полимеризации при рассчитанной скорости подачи шихты в 1-ый полимеризатор каскада осуществлен расчет основных технологических параметров процесса полимеризации в режиме реального времени с использованием математической модели (11).

Математическая модель [3] имеет следующий вид:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dM}{d\tau} &= \frac{МП}{V_m} - K_p \cdot M - \frac{G_{ш}}{V_m} \cdot M, \\ \frac{dP}{d\tau} &= K_p \cdot M - \frac{G_{ш}}{V_m} \cdot P, \\ \frac{dT}{d\tau} &= \frac{1,2 \cdot T_{\Sigma} \cdot V_m \cdot \left(K_p \cdot M - \frac{G_{ш}}{V_m} \cdot P \right)}{V_m \cdot d_{ш} \cdot c_{ш}} - \\ &- A1 \cdot \frac{G_{ш} \cdot d_{ш} \cdot c_{ш} \cdot (T - T_{ш})}{V_m \cdot d_{ш} \cdot c_{ш}} - \\ &- B1 \cdot \frac{K_F \cdot F_{cm} \cdot (T - T_{хл})}{V_m \cdot d_{ш} \cdot c_{ш}}, \\ \frac{dV_m}{d\tau} &= A \cdot G_{ш}, \\ K_p &= \left(\frac{C_{кат}}{V_m} \right)^{1/2} \cdot K_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}}, F_{cm} = \frac{2V_m}{r} + S_{дна}, \end{aligned} \right. \quad (11)$$

$$МП = d_{ш} \cdot G_{ш} \cdot 1000 \cdot \left(\frac{MD_{cm}}{M_{cm}} + \frac{MD_{бум}}{M_{бум}} \right),$$

где M – концентрация мономера, моль/л; P – концентрация полимера в системе, моль/л; T – температура реакционной массы, К; V_m – текущий объем реактора, л; $МП$ – скорость подачи мономера, моль/мин; K_p – константа скорости роста цепи, 1/мин; K_0 – предэкспоненциальный множитель, л^{1/2}/(моль^{1/2}·мин); E – энергии активации стадии роста цепей, кДж/моль; R – универсальная газовая постоянная, кДж/(моль·К); $G_{ш}$ – объемная подача мономера, л/мин; $d_{ш}$ – плотность шихты (смеси мономеров), кг/л; MD_{cm} , $MD_{бум}$ – массовые доли мономеров (стирола и бутадиена) в шихте; M_{cm} , $M_{бум}$ – молекулярные массы стирола и бутадиена; $C_{кат}$ – текущее количество катализатора (инициатора) на стадии роста полимерных цепей, моль; $T_{ш}$ – температура подаваемой шихты, К; $T_{хл}$ – средняя температура хладагента, К; $c_{ш}$ – удельная теплоемкость шихты, кДж/(К·кг); K_F – коэффициент теплопередачи, кДж/(м²·мин·К); F_{cm} – переменная площадь поверхности теплообмена, м²; r – радиус цилиндрической части реактора, дм; $S_{дна}$ – площадь поверхности дна реактора, м²; A – коэффициент, учитывающий изменение плотности реакционной массы при образовании полимера; $A1$ – коэффициент, учитывающий наличие охлаждения реакционной массы вследствие подачи в реактор холодной шихты; $B1$ – коэффициент, учитывающий наличие охлаждения реакционной массы вследствие подачи хладагента в рубашку; τ – время, мин.

Начальные условия:

$$\begin{aligned} M(0) &= m_0; \\ P(0) &= p_0; \\ T(0) &= T_0; \\ V_m(0) &= v_0. \end{aligned}$$

Результаты расчета для первого реактора каскада представлены на рисунках 1-4.

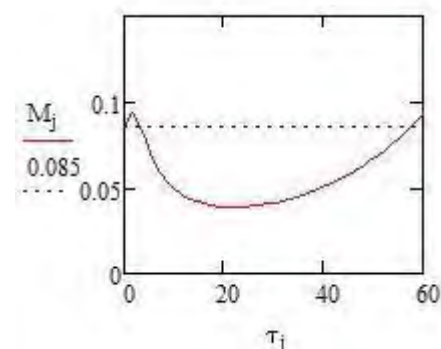


Рисунок 1. Зависимость концентрации мономера M (моль/л) от времени τ (мин) (j – текущий такт квантования по времени)

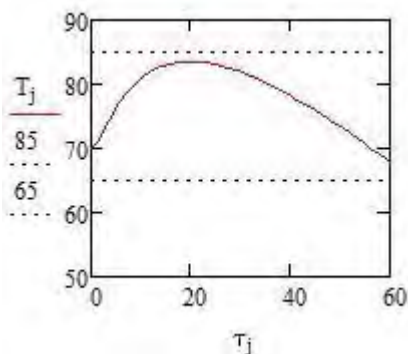


Рисунок 2. Зависимость температуры реакционной смеси T (°C) от времени τ (мин) (j – текущий такт квантования по времени)

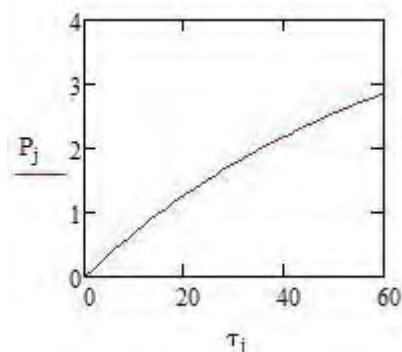


Рисунок 3. Зависимость концентрации полимера P (моль/л) от времени τ (мин) (j – текущий такт квантования по времени)

ЛИТЕРАТУРА

1 Лебедев В.Ф., Подкопаева С.В., Гайворонская И.П. Модернизация АСУ процессом полимеризации в производстве низкомолекулярных каучуков в Воронежском филиале «НИИСК» // Вестник ВГТА. 2009. № 2. С. 36-39.

2 Подкопаева С.В., Гайворонская И.П. Автоматизированная система управления процессом полимеризации в производстве низкомолекулярных каучуков // Производство и использование эластомеров. 2005. № 3. С. 3-4.

3 Битюков В.К. Математическое моделирование объектов управления в химической промышленности (теория и практика). [и др.]. Воронеж: ВГУИТ, 2011. 196 с.

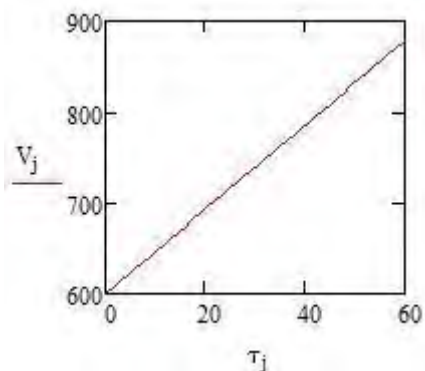


Рисунок 4. Зависимость объема реакционной смеси V (л) от времени τ (мин) (j – текущий такт квантования по времени)

Анализ результатов показывает, что в течение первого часа концентрация мономеров не превышает 0,085 моль/л, что соответствует степени превращения мономера 99 %, при этом температура в реакторе соответствует оптимальному режиму – от 65 °C до 85 °C.

REFERENCES

1 Lebedev V.F., Podkopaeva S.V., Gaivoronskaia I.P. Modernization of automated control systems for the polymerization process in the production of low molecular weight rubber in the Voronezh branch "NIISK". Vestnik VGTA. [Bulletin of VSTA], 2009, no. 2, pp. 36-39. (In Russ.).

2 Podkopaeva S.V., Gaivoronskaia I.P. Automated control system for the polymerization process in the production of low molecular weight rubbers. Proizvodstvo i ispol'zovanie elastomerov. [The production and use of elastomers], 2005, no. 3, pp. 3-4. (In Russ.).

3 Bitiukov V.K. Matematicheskoe modelirovanie ob'ektov upravleniia v khimicheskoi promyshlennosti [Mathematical modeling of the control objects in the chemical industry]. Voronezh, 2011. - 196 p. (In Russ.).

УДК 65.01.85.664

Зав. кафедрой М.М. Благовещенская, аспирант А.Э. Козловская,
доцент Л.А. Крылова

(Москва, Россия, Московский государственный университет пищевых производств.)
кафедра информационных технологий и автоматизированных систем. тел.+7 (499) 750-01-11
E-mail: mmb@mgupp.ru

профессор И.Г. Благовещенский

(Москва, Россия, Московский государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана.) кафедра теоретической механики. тел.+7 (916) 964-72-81
E-mail: drbl@bk.ru

Head of chair M.M. Blagoveshchenskaia, graduate A.E. Kozlovskaiia,
associate Professor L.A. Krylova

(Moscow, Russia, Moscow State University of Food Production.) Department of information
technology and automated systems. phone +7 (499) 750-01-11
E-mail: mmb@mgupp.ru

professor I.G. Blagoveshchenskii

(Baumann Moscow State Technical University, Moscow) Department of Theoretical Mechanics.
phone (916) 964-72-81
E-mail drbl@bk.ru

Модель управления качеством технологических процессов зерноперерабатывающих и мельничных предприятий

Model of quality management of technological processes of the grain processing and mill enterprises

Реферат. В работе представлена модель управления качеством технологических процессов зерноперерабатывающих и мельничных предприятий. Показано, что мукомольное производство является важным звеном агропромышленного комплекса, поскольку оно обеспечивает производство основного продукта питания людей – муки. Представлены аналитические показатели качества технологического процесса. Составлена матрица экспертных оценок i -го уровня качества для задаваемых комбинаций значений параметров по схеме полного факторного эксперимента. Рассмотрена модель для расчета подготовки сырья к помолу, которая характеризует основные качества перерабатываемого сырья. С целью управления качеством технологических процессов мелькомбината разработана математическая модель, которая включает расчет двух групп показателей оценки: качества подготовки сырья к помолу и качества ведения технологического процесса. Предложен алгоритм аналитической оценки показателей качества технологического процесса мукомольных предприятий, включающий отбор отходов, отбор отрубей, коэффициент соответствия выхода мукомольной продукции, коэффициент соответствия влажности продукции. Проведена оценка управления качеством технологического процесса сортового помола на примере нескольких ведущих мукомольных предприятий Центрального федерального округа. Построена двухмерная модель управления качеством технологического процесса с учетом аналитических показателей оценки качества, оценки качества подготовки сырья к помолу и оптимального эффективного состояния технологического процесса. Показано, что управление качеством на предприятии предусматривает сбор, обработку и анализ информации о состоянии материальных потоков и производственных процессов на всех их стадиях.

Summary. In the work the model of quality management of technological processes of the grain processing and mill enterprises is presented. It is shown that flour-grinding production is an important part of agro-industrial complex because it provides production of the main food product of people – flour. The analytical indicators of quality of technological process are presented. The matrix of expert estimates of i -th level of quality for the set combinations of parameters values according to the scheme of complete factorial experiment is made. Considered a model for the calculation of the raw material preparation for milling, which characterizes the main qualities of the processed raw materials. For the purpose of management of quality of technological processes of flour mill the mathematical model which includes calculation of two groups of indicators of an assessment is developed: qualities of preparation of raw materials for a grinding and qualities of conducting technological process. The algorithm of an analytical assessment of indicators of quality of technological process of the flour-grinding enterprises, including the selection of waste, selection of bran, a compliance rate of output of flour-grinding products, compliance rate of moisture products, is offered. The assessment of quality management of technological process of a high-quality grinding on the example of several leading flour-grinding enterprises of Central Federal District is carried out. The two-dimensional model of quality management of technological process based on an analytical indicators of an assessment of quality, an assessment of quality of preparation of the raw materials for a grinding and an optimum effective condition of technological process is constructed. It is shown that quality management at the enterprise provides collecting, processing and the analysis of information on a condition of material streams and productions on all of their stages.

Ключевые слова: качество, управление качеством, пищевая промышленность, зерно, мукомольная промышленность, функционал качества, показатели качества зерна, показатели качества помола, модель управления качеством.

Keywords: quality, quality management, food industry, grain, flour-grinding industry, functionality of quality, indicators of quality of grain, indicators of quality of a grinding, quality management model.

Управление качеством продукции является в настоящее время важнейшей сферой деятельности промышленных предприятий. Базовыми принципами современной методологии всеобщего управления качеством являются: ориентация на потребителя, непрерывное совершенствование, принятие решений на основе фактов, инвариантность требований и рекомендаций по отношению к предприятию. Реализация этих принципов на предприятиях осуществляется в рамках систем менеджмента качества, требования к которым регламентируются стандартами ИСО серии 9000. Наличие у предприятия сертификата соответствия ИСО 9000 создает благоприятный имидж у потребителей, гарантируя высокое и стабильное качество выпускаемой продукции [1].

Формальную основу современной теории управления качеством составляют статистические методы. Методология их применения является универсальной по отношению к предприятию и дает хорошие результаты по повышению качества продукции. Существенным недостатком формальной базы управления качеством является отсутствие процедур принятия управленческих решений по повышению качества продукции через технологию, основанных на результатах статистического анализа фактических производственных данных. Отсутствуют также рекомендации, позволяющие использовать традиционные скалярные методы и модели в условиях, когда технология и качество описываются вектором характеристик. Это особенно важно для сложных, многоэтапных технологических процессов.

Имеются результаты использования статистического анализа данных для управления качеством продукции на некоторых типах пищевых производств, в частности, в кондитерской промышленности. Актуальность применения статистических методов для подобных типов производств (непрерывных) обусловлена сложностью процессов, отсутствием теоретических моделей, обобщающих все множество факторов технологии, наличием множества неконтролируемых воздействий [2-6].

Имеющиеся разработки не увязаны с современной концепцией управления качеством, что затрудняет их интеграцию в систему менеджмента качества предприятия.

Современное промышленное предприятие в соответствии со стандартами ИСО 9000 должно обеспечить контроль производственных процессов – от сырья до готовой продукции. Это позволяет использовать данные контроля технологии и качества для определения путей их совершенствования. Уровень оснащенности промышленных предприятий систе-

мами автоматизации, осуществляющими сбор, хранение данных и оперативное управление технологическими процессами является достаточно высоким, а автоматизированные системы, обеспечивающие максимально эффективное использование данных для управления качеством, развиты недостаточно. Существующие в этой области решения обладают рядом существенных недостатков: в них отсутствуют средства настройки на конкретное предприятие, разработки мероприятий по повышению качества и определения управления; они сложны для пользователей, не имеющих специальной подготовки. В связи с этим актуальной задачей является разработка автоматизированных систем управления качеством продукции (АСУКП) на предприятиях пищевой промышленности.

Мукомольная промышленность одна из ведущих отраслей народного хозяйства нашей страны, которая вырабатывает муку и крупы, а также комбикорма. Мукомольное производство считают важным звеном агропромышленного комплекса, поскольку оно обеспечивает производство основного продукта питания людей – муку [1]. Мукомольная промышленность тесно связана с пищевой промышленностью, прежде всего хлебопекарной. Хлебные продукты содержат в своем составе важные питательные вещества (белки, углеводы и др.), необходимые человеку. В настоящее время мукомольная промышленность нашей страны добилась значительных успехов в своем развитии и совершенствовании. Развитие машинного индустриального производства, изменение ресурсной структуры технологии зерноперерабатывающих и мельничных предприятий прошло через ряд технологических укладов. Новый шестой технологический уклад, в котором происходит наиболее резкое изменение ресурсной структуры технологии производства, связан с внедрением интеллектуальных информационных технологий.

Обеспечение качества готовой продукции зерноперерабатывающих и мельничных предприятий очень актуальная, но вместе с тем трудоёмкая задача. Решение этой проблемы невозможно без системного анализа характеристик основных стадий и материальных потоков технологических процессов производства, влияния состояния сырья на качество готовой муки, влияние схем мукомольного производства на управление качеством готового продукта, а также без использования математической модели управления качеством технологических процессов мукомольных производств.

В современной технологии производства муки подготовительные операции играют важ-

ную роль. Технологами доказано, что эффективность сортового помола не менее чем на 50 % зависит от организации и ведения процессов именно в подготовительном отделении мельницы. Поэтому системный анализ всех операций, происходящих в подготовительном отделении, имеет важное значение для разработки математической модели управления качеством технологических процессов мукомольных производств [4-6].

С целью управления качеством технологических процессов мелькомбината разработана математическая модель, которая включает расчет двух групп показателей оценки: качества подготовки сырья к помолу и качества ведения технологического процесса.

Оценка качества продуктов питания связана с контролем их физико-химических, существенных и органолептических свойств, указанных в соответствующих госстандартах и определяющих полную техническую характеристику стандартизируемой продукции. Управление качеством на предприятии предусматривает сбор, обработку и анализ информации о состоянии материальных потоков и производственных процессов на всех их стадиях. Свойства, характеризующие качество, по значимости разделяются на следующие группы:

- Критические свойства – группа свойств, которая однозначно определяет возможность использования зерна на пищевые цели. К этой группе должны быть отнесены влажность, засоренность, натура и зараженность амбарными вредителями.

- Существенные свойства – группа свойств, в значительной мере определяющих ценность зерна. К ним могут быть отнесены плотность, пленчатость, стекловидность, крупность, зольность и клейковина.

- Органолептические свойства – группа свойств, в которую входят внешний вид, вкус, цвет, запах и состав.

Информационные технологии, обеспечивающие выработку продукции заданного ассортимента с заданными свойствами и параметрами, в том числе показателями пищевой и биологической ценности, связаны с нахождением экстремума некоторого функционала качества:

$$G = \prod_{k=1}^{m_k} (1 - z_k^2) \cdot \left[\sum_{i=1}^m a_i \left(1 - \sqrt{\sum_{j=1}^{n_i} b_{ij} z_{ij}^2} \right) \right], \quad (1)$$

где z_{ij} b_{ij} – отклонение j -го фактора i -ой группы и его весовой коэффициент; a_i – коэффициент значимости i -ой группы факторов; z_k – отклонение k -го фактора критической группы.

Все изменяемые параметры z_{ij} и z_k приводятся к безразмерной шкале относительных величин.

Функционал изменяется от 1 до 0, соответственно от эталонного состояния качества до его граничного значения и обращается в нуль при выходе любого параметра критической группы за предельно допустимый уровень.

Для вычисления коэффициентов значимости отдельных показателей и их комбинаций b_{ij} в определении категории качества зерна, составляется матрица экспертных оценок i -го уровня качества для задаваемых комбинаций значений параметров по схеме полного факторного эксперимента (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Матрица экспертных оценок i -го уровня качества

Группа свойств	№	Наименование свойств
Критические свойства	1	засоренность
	2	зараженность амбарными вредителями
	3	влажность
	4	натура
Существенные свойства	5	плотность
	6	пленчатость
	7	стекловидность
	8	крупность
	9	зольность
	10	клейковина
Органолептические свойства	11	внешний вид
	12	вкус
	13	цвет
	14	запах
	15	состав

В результате обработки матрицы планирования эксперимента вычисляются коэффициенты уравнений разделяющих поверхностей для различных категорий качества зерна, определяющие значимость вклада соответствующих эффектов в значение функционала качества.

Для построения математической модели необходимо составить структурно-параметрическую модель зерна мукомольного производства (таблица 2) для установления связи между его свойствами. Матричная модель представлена в таблице 3.

Структурно-параметрическая модель зерна мукомольного производства

№	Наименование свойства	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	засоренность	1	•							•						
2	зараженность амбарными вредителями	•	1							•						
3	влажность			1												•
4	натура	•		•	1	•			•							•
5	плотность	•			•	1			•							•
6	плечатость	•	•	•			1				•					
7	стекловидность					•		1	•							•
8	крупность				•				1							•
9	зольность									1						
10	клейковина					•					1					•
11	внешний вид	•		•	•	•		•	•	•	•	1		•		
12	вкус	•	•	•	•		•			•			1			•
13	цвет	•	•	•										1		•
14	запах				•										1	•
15	состав															1

Т а б л и ц а 3

Матричная модель

№	Наименование свойства	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	засоренность	1	0,26	0	0	0	0	0	0	0,34	0	0	0	0	0	0
2	зараженность	0,12	1	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0
3	влажность	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,47
4	натура	0,78	0	0,45	1	0,65	0	0	0,96	0	0	0	0	0	0	0,73
5	плотность	0,54	0	0	0,86	1	0	0	0,41	0	0	0	0	0	0	0,66
6	плечатость	0,63	0,74	0,39	0	0	1	0	0	0	0,82	0	0	0	0	0
7	стекловидность	0	0	0	0	0,13	0	1	0,33	0	0	0	0	0	0	0,94
8	крупность	0	0	0	0,78	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,96
9	зольность	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	клейковина	0	0	0	0	0,76	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,81
11	внешний вид	0,73	0	0,61	0,59	0,57	0	0,55	0,84	0,96	0,15	1	0	0,77	0	0
12	вкус	0,51	0,39	0,31	0,58	0	0,85	0	0	0,12	0	0	1	0	0	0,53
13	цвет	0,44	0,49	0,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,47
14	запах	0	0	0	0,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,76
15	состав	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Матрица представляет собой полное описание структуры и характеристик связей между параметрами и факторами, определяющими функционирование любого технологического процесса или комплекса. Детализация параметрических описаний объекта в виде клеточной матрицы определяется конкретной задачей идентификацией и моделированием системы, а так же характером априорных данных о качественных и количественных показателях влияния и взаимодействия между ее элементами.

Для оценки степени подготовки сырья к помолу предложена модель, которая базируется на группе коэффициентов, характеризующих основные показатели качества перерабатываемого зерна (влажность, плотность, клейковина, стекловидность, крупность, зольность, зерновая и сорная примесь), на основе которых рассчитывается аналитический коэффициент качества подготовки сырья к помолу.

Для показателей, увеличение значения которых благоприятно сказывается на качестве готовой продукции (крупность, влажность, клейковина, стекловидность), используется формула:

$$K = \frac{X_{min}}{X_{\phi}}, \quad (2)$$

где X_{ϕ} – фактическое значение показателя качества сырья, X_{min} – минимально допустимое значение показателя качества зерна, установленное стандартом.

Для показателей, уменьшение значения которых положительно влияет на качество готовой продукции (плотность, зольность, зерновая и сорная примесь), применяется формула:

$$K = 1 - \frac{(X_{max} - X_{min})}{(X_{\phi} - X_{min})}, \quad (3)$$

где X_{max} – максимально допустимое значение показателя качества зерна, установленное стандартом.

Расчет аналитического коэффициента оценки качества подготовки сырья к помолу проводится по формуле:

$$I = \sqrt[n]{\prod_i^n K_i}, \quad (4)$$

где I – аналитический коэффициент; n – количество коэффициентов; K_i – значение отдельного коэффициента качества зерна.

Предложен алгоритм аналитической оценки показателей качества технологического процесса мукомольных предприятий, который может быть представлен в виде последовательности действий:

1. Определяется коэффициент соответствия отбора отходов K_o , характеризующий степень подготовки зерна к помолу, по формулам:

$$K_o = \frac{O_n}{O_\phi}, \text{ если } O_n \leq O_\phi \quad (5)$$

$$K_o = \frac{O_\phi}{O_n}, \text{ если } O_n > O_\phi,$$

где O_n – расчетное количество отбора отходов 1 и 2 категории, определенное технологической лабораторией на основе анализа качества перерабатываемого зерна; O_ϕ – фактическое количество отбора отходов.

2. Рассчитывается коэффициент отбора отрубей, с помощью которого характеризуются сверхнормативные потери мучнистого зерна или повышение зольности готовой продукции на этапе помола зерна по формулам:

$$\text{если } OT_n \leq OT_\phi \quad (6)$$

$$\text{если } OT_\phi \leq OT_n,$$

где OT_n – расчетное количество отбора отрубей, установленное технологической лабораторией; OT_ϕ – фактический отбор отрубей.

3. Проводится расчет коэффициента соответствия выхода мукомольной продукции K_v , позволяющий оценить качество технологических стадий подготовки пшеницы к помолу и помол зерна в целом, с помощью формулы:

$$K_v = \frac{B_\phi}{B_n}, \quad (7)$$

где B_n – планово-расчетный выход готовой продукции по данным технологической лаборатории; B_ϕ – фактический выход продукции.

4. Определяется коэффициент соответствия влажности продукции $K_{вл}$, дающий оценку полноты выпуска продукции в натуральном измерении, по формуле:

$$K_{вл} = \frac{ВЛ_\phi}{ВЛ_n}, \quad (8)$$

где $ВЛ_n$ – нормативно-допустимая влажность мукомольной продукции; $ВЛ_\phi$ – фактическая влажность продукции.

5. Рассчитывается аналитический коэффициент оценки качества технологического процесса K_a :

$$K_a = \sqrt[n]{K_o \times K_{от} \times K_v \times K_{вл}}, \quad (9)$$

где n – количество коэффициентов.

В целях практического применения разработанной модели проведена оценка управления качеством технологического процесса

сортового помола на примере нескольких ведущих мукомольных предприятий Центрального федерального округа, которые с целью сохранения конфиденциальности информации условно обозначены номерами.

Аналитические показатели качества подготовки сырья к помолу представлены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4
Аналитические показатели качества подготовки сырья к помолу

С/Х год	Коэффициент Соответствия:								Аналитический коэффициент оценки качества подготовки сырья к помолу
	Влажно- сть	Крупно- сть	Клейко- вина	Стекло- идность	Плот- ность	Зольно- сть	Зернов й примес и	Сорной примеси зерна	
Предприятие 1									
2003- 2004	1,04	1,13	1,22	1,03	0,66	0,51	0,74	0,95	0,92
2004- 2005	1,06	1,15	1,22	1,05	0,72	0,43	0,68	0,80	0,86
2005- 2006	1,05	1,14	1,22	1,00	0,69	0,47	0,70	0,85	0,87
Предприятие 2									
2003- 2004	1,05	1,14	1,22	0,98	0,69	0,48	1,10	1,00	0,95
2004- 2005	1,01	1,10	1,17	1,00	0,57	0,50	1,10	1,05	0,97
2005- 2006	1,02	1,11	1,17	1,08	0,60	0,52	1,11	1,10	0,98
Предприятие 3									
2003- 2004	1,01	1,10	1,33	1,15	0,57	0,45	0,49	0,70	0,83
2004- 2005	0,97	1,06	1,39	1,10	0,49	0,46	0,48	1,25	0,89
2005- 2006	0,97	1,06	1,39	1,10	0,49	0,45	0,77	1,35	0,97

Аналитические показатели качества технологического процесса представлены в таблице 5.

Т а б л и ц а 5
Аналитические показатели качества технологического процесса

С/Х год	Коэффициент соответствия отбора отходов K_o	Коэффициент отбора отрубей $K_{от}$	Коэффициент соответствия Выхода мукомольной продукции K_v	Коэффициент соответствия влажности продукции $K_{вл}$	Аналитический коэффициент оценки качества технологического процесса K_a
Предприятие 1					
2003-2004	0,98	0,99	1,02	0,95	0,99
2004-2005	0,86	1,00	1,00	0,95	0,95
2005-2006	0,84	0,97	1,01	0,94	0,94
Предприятие 2					
2003-2004	0,57	0,94	1,01	0,97	0,85
2004-2005	0,77	0,98	1,02	0,96	0,92
2005-2006	0,85	0,99	1,00	0,95	0,95
Предприятие 3					
2003-2004	0,56	0,91	1,01	0,98	0,84
2004-2005	0,43	0,93	1,00	0,98	0,80
2005-2006	0,55	0,94	1,01	0,97	0,84

На основе рассчитанных аналитических коэффициентов построена двухмерная модель управления качеством технологического процесса, представленная на рисунке 1.

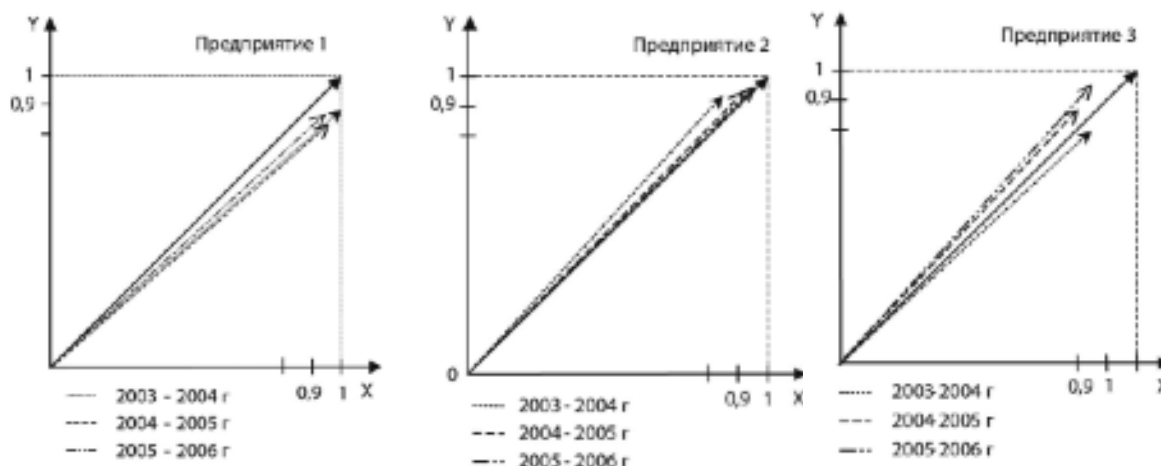


Рисунок 1 Двухмерная модель управления качеством сортового помола

По осям расположены поля следующих значений:

X – аналитические показатели оценки качества технологического процесса;

Y – аналитические показатели оценки качества подготовки сырья к помолу;

↑ – вектор оптимального эффективного состояния технологического процесса.

Разработанная модель позволяет наглядно представить зависимость качества технологического процесса от качества подготовки сырья к помолу. На основании приведенных на рисунке 1 результатов модели можно сделать заключение, что предприятие 1 имеет наибо-

лее высокую характеристику организации технологического процесса. Намечившаяся на этом предприятии в 2004-2005 с/х году тенденция к снижению качества технологического процесса обусловлена в основном ухудшением качества поступающего на производство сырья и недостаточно эффективной работой зерноочистительного отделения. Для предприятия 2 характерна противоположная ситуация: повышение качества работы зерноочистительного отделения способствовало стабилизации качества всего технологического процесса. Предприятие 3 характеризуется более стабильным уровнем организации помола.

ЛИТЕРАТУРА:

- 1 Благовещенская М.М., Злобин Л.А. Информационные технологии систем управления технологическими процессами. М.: Высшая школа, 2005. 768 с.
- 2 Благовещенская М.М. Основы стабилизации процессов приготовления многокомпонентных пищевых масс. Монография. М.: ООО «Франтера», 2009. 281 с.
- 3 Шкапов П.М., Благовещенская М.М., Носенко А.С. Моделирование гидромеханических систем пищевых производств при расчете динамических характеристик // Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. №5. С. 55-58.
- 4 Шкапов П.М., Благовещенская М.М. Математическое моделирование гидросистем пищевых производств с двухфазными газожидкостными потоками // Вестник ВГУИТ. 2010. №2. С. 69–72.
- 5 Благовещенская М.М., Шкапов П.М., Сулимов В.Д. Методология разработки основ моделирования и диагностики гидромеханических систем пищевых производств по их динамическим характеристикам // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовании и науке. Труды XVII-й Международной научно-метод. конф. СПб.: Издательство СПбГПУ, 2010. С. 95–98.

REFERENCES

- 1 Blagoveshchenskaia M.M., Zlobin L.A. Informatsionnye tekhnologii sistem upravleniia tekhnologicheskimi protsessami [Information technologies for Process Control Systems]. Moscow, Vysshiaia shkola, 2005. 768 p. (In Russ.).
- 2 Blagoveshchenskaia M.M. Osnovy stabilizatsii protsessov prigotovleniia mnogokomponentnykh pishchevykh mass [Bases of stabilization of processes of preparation of multicomponent food masses]. Moscow, ООО "Frantera", 2009. 281 p. (In Russ.).
- 3 Shkapov P.M., Blagoveshchenskaia M.M., Nosenko A.S. Modeling of hydromechanical systems of food productions at calculation of dynamic characteristics. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*. [Storage and processing of agricultural raw materials], 2012, no. 5. pp. 55-58. (In Russ.).
- 4 Shkapov P.M., Blagoveshchenskaia M.M. Mathematical modeling of hydraulic systems of food productions with two-phase gas-liquid streams. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2010, no. 2, pp. 69-72. (In Russ.).
- 5 Blagoveshchenskaia M.M., Shkapov P.M., Sulimov V.D. Metodologiya razrabotki osnov modelirovaniia i diagnostiki gidromekhanicheskikh sistem pishchevykh proizvodstv po ikh dinamicheskimi kharakteristikam [High intellectual technologies and innovations in science and education: Works XVII-th International scientific method. conf], Saint-Petersburg, 2010. pp. 95-98. (In Russ.).

УДК 630.383

Профессор А.В. Скрыпников, докторант С.В. Дорохин,
аспирант А.Г. Чистяков, аспирант Е.В. Чернышова
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационных систем, моделирования и
управления. тел. 89103434840
E-mail: skrypnikovvsafe@mail.ru

Professor A.V. Skrypnikov, doctoral S.V. Dorokhin,
graduate A.G. Chistiakov, graduate E.V. Chernyshova
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of information systems,
modeling and control. phone. 89103434840
E-mail: skrypnikovvsafe@mail.ru

Модель движения автомобилей на участках дорог с ограниченной видимостью

Model car traffic on sections of roads with limited visibility

Реферат. Существующие теоретические расчеты скоростей движения на участках горизонтальных и вертикальных кривых разработаны для нужд конструирования и расчета автомобилей и не могут быть использованы для нормирования. При расчете скоростей значения коэффициента сцепления определены при полной блокировке колеса, что не соответствует действительным условиям торможения из условия устойчивости автомобиля в пределах полосы движения. В статье предлагается рассчитать допустимую скорость движения автомобиля для участков горизонтальных и вертикальных кривых на лесных автомобильных дорогах, исходя из требования остановки автомобиля в пределах зоны видимости без потери устойчивости с учетом допущений: в процессе торможения движение остается управляемым, водитель удерживает автомобиль в пределах полосы движения; величина угловой скорости поворота управляемых колес мала; полностью используются тормозные свойства наименее нагруженного колеса; коэффициент сопротивления уводу шин мало зависит от изменения нагрузок на шину; сопротивление качению мало. Изучены нормальные реакции на колесах автомобиля при его торможении, а именно установлено, что если коэффициент сцепления на дороге меньше расчетного по оптимальному торможению, то ограничение интенсивности торможения происходит по опасности потери управляемости автомобиля вследствие юза передних колес. Если коэффициент сцепления на дороге больше расчетного по оптимальному торможению, то ограничение тормозной силы происходит по блокировке колес заднего моста. При сопоставлении полного остановочного пути с имеющейся зоной видимости определяется допустимая скорость движения.

Summary. Existing theoretical calculations speeds in areas of horizontal and vertical curves designed for the needs of construction and calculation of cars and can not be used for valuation. When calculating the value of the coefficient of friction velocity determined at full wheel lock that does not correspond to the actual conditions of braking stability conditions of the car within its lane. The article proposes to calculate the permissible vehicle speed for the sites of horizontal and vertical curves on forest roads from the requirement car stop within the zone of visibility without buckling considering assumptions: during braking movement remains manageable, the driver keeps the car in the outside lane; magnitude of the angular velocity of the steering wheel is small; fully utilized inhibitory properties least loaded wheel; cornering power coefficient of resistance of tires depends little on the change of loads on the bus; low rolling resistance. Studied are normal reactions to the vehicle wheels when braking, namely found that if the friction coefficient on the road for less than the calculated optimal braking, the restriction on the braking occurs danger of losing control of the car skidding due to the front wheels. If the coefficient of friction on the road more than the calculated optimal braking, the braking force limitation occurs for blocking the rear axle. When comparing full stopping distance with the existing area of visibility is determined permissible speed.

Ключевые слова: моделирование, скорость, автомобиль, торможение, нормальная реакция.

Keywords: modeling, speed, car, braking, a normal reaction.

К настоящему времени нет достаточно надежных методов расчета допускаемых скоростей движения для участков с необеспеченной видимостью. Существующие теоретические расчеты скоростей движения на участках горизонтальных и вертикальных кривых разработаны для нужд конструирования и расчета автомобилей и не могут быть использованы для нормирования.

Кроме того, входящие в формулы расчета скоростей значения коэффициента сцепления определены при полной блокировке колеса, что не соответствует действительным условиям торможения из условия устойчивости автомобиля в пределах полосы движения.

© Скрыпников А.В., Дорохин С.В.,
Чистяков А.Г., Чернышева Е.В., 2014

Допустимую скорость движения на участке с криволинейной траекторией будем выбирать, исходя из требования остановки автомобиля в пределах зоны видимости без потери устойчивости. При расчете примем следующие допущения:

1. В процессе торможения движение остается управляемым, водитель удерживает автомобиль в пределах полосы движения. Будем считать, что радиус поворота на всем участке торможения остается постоянным.

2. Величина угловой скорости поворота управляемых колес мала.

3. Водитель осуществляет торможение таким образом, что полностью используются тормозные свойства наименее нагруженного колеса.

4. Коэффициент сопротивления уводу шин мало зависит от изменения нагрузок на шину.

5. Сопротивление качению мало.

Из теории автомобиля известно [1,2], что при криволинейном движении ускорение центра тяжести автомобиля может быть найдено по выражению:

$$j_y = \frac{v^2}{R} + \frac{b}{R} \frac{dv}{dt} + b \frac{v}{L} \frac{d\theta}{dt}, \quad (1)$$

$$j_x = \frac{dv}{dt} - b \frac{v^2}{R^2}, \quad (2)$$

где j_x, j_y - соответственно ускорения, действующие в поперечной и продольном направлениях; v - мгновенная скорость автомобиля; R - радиус поворота; L - база автомобиля; b - расстояние от центра тяжести до оси заднего моста; θ - угол поворота управляемых колес.

Поперечные реакции, действующие на передний и задний мосты автомобиля, определяются из выражения:

$$y_1 = \frac{M_a}{L} \left[\frac{b}{R} v^2 + \frac{b^2 + \rho^2}{R} \frac{dv}{dt} + \frac{v}{L} (b^2 + \rho^2) \frac{d\theta}{dt} \right], \quad (3)$$

$$y_2 = \frac{M_a}{L} \left[\frac{a}{R} v^2 + \frac{ab - \rho^2}{R} \frac{dv}{dt} + \frac{v}{L} (ab^2 - \rho^2) \frac{d\theta}{dt} \right], \quad (4)$$

где M_a - масса автомобиля; a - расстояние от центра тяжести до оси переднего моста; ρ - радиус инерции автомобиля относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести.

В этих выражениях $\frac{dV}{dt} > 0$, если происходит ускоренное движение автомобиля.

При криволинейном движении автомобиля под действием поперечной силы кузов автомобиля поворачивается относительно оси крена на угол ψ . Угол крена кузова может быть найден из выражений:

$$\psi = \frac{M_{\Pi} j_y h_{\psi}}{\left(C_{\psi_1} + C_{\psi_2} \right) - M_{\Pi} g h_{\psi}}, \quad (5)$$

где M_{Π} - поддрессоренная масса; h_{ψ} - плечо крена (расстояние от центра тяжести поддрессоренной массы до оси крена); C_{ψ_1}, C_{ψ_2} - угловые жесткости передней и задней подвески.

При приближенных расчетах в знаменателе выражения (5) можно не учитывать второе слагаемое. Тогда угол крена определится по выражению:

$$\psi = \frac{M_{\Pi} j_y h_{\psi}}{C_{\psi_1} + C_{\psi_2}}. \quad (6)$$

Вследствие крена кузова реакции на внутренних колесах уменьшается, а на внешних возрастает на величину ΔR_z :

$$\Delta R_{z_1} = \frac{C_{\psi_1} \psi}{B_1}, \quad \Delta R_{z_2} = \frac{C_{\psi_2} \psi}{B_2}, \quad (7)$$

где B_1, B_2 - колеи переднего и заднего мостов автомобиля соответственно.

Подставляя (6) в (7) имеем:

$$\Delta R_{z_1} = \frac{C_{\psi_1}}{C_{\psi_1} + C_{\psi_2}} M_{\Pi} j_y \frac{h_{\psi}}{B_1},$$

$$\Delta R_{z_2} = \frac{C_{\psi_2}}{C_{\psi_1} + C_{\psi_2}} M_{\Pi} j_y \frac{h_{\psi}}{B_2}.$$

Нормальные реакции на внутренних колесах:

$$R_{z_1}'' = \frac{R_{z_1}}{2} - \Delta R_{z_1},$$

$$R_{z_2}'' = \frac{R_{z_2}}{2} - \Delta R_{z_2}. \quad (8)$$

Реакции R_{z_1} и R_{z_2} определяются по выражениям:

$$\begin{aligned} R_{z_1} &= M_a \frac{gb + j_x h_g}{L}, \\ R_{z_2} &= M_a \frac{ga - j_x h_g}{L}, \end{aligned} \quad (9)$$

где h_g - высота центра тяжести автомобиля.

$$\begin{aligned} R_{z_1}'' &= \frac{M_a}{2L} \left(gb + j_x h_g \right) - \\ &- \alpha_1 M_{\Pi} j_y \frac{h_{\psi}}{B_1}, \\ R_{z_2}'' &= \frac{M_a}{2L} \left(ga - j_x h_g \right) - \\ &- \alpha_2 M_{\Pi} j_y \frac{h_{\psi}}{B_2}, \end{aligned} \quad (10)$$

$$\text{где } \alpha_1 = \frac{C_{\psi_1}}{C_{\psi_1} + C_{\psi_2}},$$

$$\alpha_2 = \frac{C_{\psi_2}}{C_{\psi_1} + C_{\psi_2}}.$$

Продольная составляющая горизонтальной реакции дороги внутреннего колеса, которая может быть использована для торможения, находится из соотношений:

$$\begin{aligned} \psi R_{z_1}'' &= \sqrt{(y_1'')^2 + (P_{T_1}'')^2}, \\ \psi R_{z_2}'' &= \sqrt{(y_2'')^2 + (P_{T_2}'')^2}. \end{aligned} \quad (11)$$

Если коэффициент сцепления на дороге меньше расчетного по оптимальному торможению, то ограничение интенсивности торможения происходит по опасности потери управляемости автомобиля вследствие юза передних колес [3]. Рассмотрим процесс торможения в этом случае. Суммарная тормозная сила, развиваемая автомобилем в этом случае, будет:

$$\begin{aligned} P_m &= P_{m_1} + P_{m_2} = 2P_{m_1}'' + \frac{2P_{m_1}''}{\beta_m} = \\ &= 2P_{m_1}'' \left(1 + \frac{1}{\beta_m} \right), \end{aligned} \quad (12)$$

где β_T - коэффициент распределения тормоз-

$$\text{ной силы: } \beta_T = \frac{P_{m_1}}{P_{m_2}}.$$

Замедление автомобиля связано с тормозной силой соотношением:

$$-\frac{dv}{dt} = M_a^{-1} P_T. \quad (13)$$

Тогда ускорение, направленное вдоль оси автомобиля j_x , исходя из (2) определится выражением:

$$j_x = - \left(M_a^{-1} P_T + b \frac{v^2}{R^2} \right) M_a. \quad (14)$$

Знак (-) указывает, что сила P_T направлена в сторону, противоположную движению автомобиля, обычно слагаемое $b \frac{v^2}{R^2}$ значительно меньше продольного ускорения. Поэтому при приближенных расчетах можно принять:

$$P_T = j_x M_a. \quad (15)$$

В данном выражении знак силы принят положительным, так как направление силы учтено в формулах, определяющих перераспределение нормальных реакций при торможении [4]. Из формул (12) и (15) имеем:

$$P_{m_1}'' = \frac{j_x M_a}{2 \left(1 + \frac{1}{\beta_T} \right)}. \quad (16)$$

Если принять условие, что отношение продольной и поперечной составляющих у внутреннего переднего колеса определяется из выражения $\gamma_1 = \frac{y_1''}{P_T''}$, то из (11) и (16) получим

уравнение для нахождения допустимого замедления автомобиля:

$$R_{z_1}'' = \frac{1}{\varphi_1} \frac{j_x M_a}{2 \left(1 + \frac{1}{\beta_T} \right)} \sqrt{1 + \gamma_2^2}. \quad (17)$$

Или, используя выражение (9), имеем:

$$\begin{aligned} &\frac{M_a}{2L} \left(gb + j_x h_g \right) - \\ &- \alpha_1 M_{\Pi} j_x \frac{j_{\psi}}{B_1} = \frac{M_a}{\varphi} \frac{j_x \sqrt{1 + \gamma_1^2}}{2 \left(1 + \frac{1}{\beta_T} \right)}. \end{aligned}$$

После преобразований получим:

$$j_x = 2 \left(\alpha_1 \frac{M_{\Pi}}{M_a} j_y \frac{h_{\psi}}{B_1} - \frac{gb}{2L} \right) \left(\frac{\frac{hg}{L} - \frac{\sqrt{1+\gamma_1^2}}{\varphi_v \left(1 + \frac{1}{\beta_T} \right)}}{\varphi_v \left(1 + \frac{1}{\beta_T} \right)} \right)^{-1}. \quad (18)$$

Аналогичным образом, если принять условие, что ограничение тормозной силы происходит по блокировке колес заднего моста, получим:

$$\begin{aligned} P_m &= P_{m_1} + P_{m_2} = \\ &= 2P''_{m_2} + 2\beta_m P''_{m_2} = 2P''_{m_2} (1 + \beta_T), \\ P_{m_2} &= \frac{j_x M_a}{2(1 + \beta_T)}, \quad j_2 = \frac{Y''_2}{P''_{T_2}}, \\ R''_{z_2} &= \frac{j_x M_a}{24(1 + \beta_T)} \sqrt{1 + \gamma_2^2}, \\ \frac{M_a}{2L} \left(ga - j_{x_z} \frac{hg}{B_z} \right) - \alpha_2 M_{\Pi} \frac{h_{\psi}}{B_z} j_x &, \\ &= \frac{j_{x_2} M_a}{2\varphi(1 + \beta_T)} \sqrt{1 - \gamma_2^2}, \\ j_{x_z} &= 2 \left(\frac{ag}{2L} - \alpha_2 \frac{M_{\Pi}}{M_a} j_x \frac{h_{\psi}}{B_z} \right) \times \\ &\times \left(\frac{\frac{hg}{L} + \frac{\sqrt{1+\gamma_2^2}}{(1 + \beta_T)\varphi_v}}{\varphi_v} \right)^{-1}. \quad (19) \end{aligned}$$

В выражениях замедления обозначение показывает, что расчет проводится с учетом зависимости сцепления от скорости, а именно:

$$\varphi_v = \varphi_o (1 + Av_o), \quad (20)$$

где φ - коэффициент сцепления, замерный при малой скорости; A - коэффициент, зависящий от состояния покрытия, типа шины и скорости движения ($A=0,015-0,03$).

Если коэффициент сцепления на дороге меньше расчетного по оптимальному торможению, то ограничение интенсивности торможения происходит по опасности потери управляемости автомобиля вследствие юза передних колес. В этом случае допустимое замедление автомобиля находится по формуле (18).

Если коэффициент сцепления на дороге больше расчетного по оптимальному торможению, то ограничение тормозной силы происходит по блокировке колес заднего моста. Допустимое замедление в этом случае определяют по формуле (19). Двойным интегрированием формулы (18) или (19) определяется тормозной путь автомобиля S_{τ} [3-5].

Полный остановочный путь автомобиля S_{τ_o} складывается из пути, проходимого автомобилем за время реакции S_o , и тормозного пути S_{τ} :

$$S_{\tau_o} = S_o + S_{\tau}. \quad (21)$$

Длина пути зависит от начальной скорости автомобиля v_o , продолжительности реакции водителя t_p , времени срабатывания привода t_{np} и времени нарастания замедления t_3 .

Таким образом:

$$S_o = \left(t_p + t_{np} + \frac{t_3}{2} \right) v_o. \quad (22)$$

Сопоставляя полный остановочный путь с имеющейся зоной видимости, определяется допустимая скорость движения.

Авторами выполнен расчет допускаемой скорости движения автомобиля для участков горизонтальных и вертикальных кривых на лесных автомобильных дорогах с использованием тормозных свойств наименее нагруженных колес. А также изучены нормальные реакции на колесах автомобиля при его торможении. Представленная методика расчета допускаемой скорости является наиболее надежной для участков с необеспеченной видимостью.

ЛИТЕРАТУРА

1 Скрыпников А.В. Построение процедур выбора управленческих решений на основе оптимизационных моделей // Вопросы современной науки и практики. 2009. № 10(24). С. 217-221.

2 Скрыпников А.В. Разработка теоретических основ и методов управления лесовозным автотранспортом // Бюллетень транспортной информации. 2009. № 9 (171). С. 25-27.

3 Скрыпников А.В. Теоретические основы и методы организации и управления дорожным движением // Бюллетень транспортной информации. 2010. № 1 (175). С.10-15.

4 Скрыпников А.В. Методы, модели и алгоритмы повышения транспортно-эксплуатационных качеств лесных автомобильных дорог в процессе проектирования, строительства и эксплуатации. Монография. М.: ФЛИНТА: Наука, 2012. 310 с.

5 Скрыпников А.В., Скворцова Т.В., Кондрашова Е.В. Пропускная способность регулируемого перекрёстка // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвуз. сборник науч. тр. 2007. № 2. С.201-204.

REFERENCES

1 Skrypnikov A.V. Construction procedures for selecting management decisions based on optimization models. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki*. [Questions modern science and practice. University], 2009, no. 10 (24), pp. 217-221. (In Russ.).

2 Skrypnikov A.V. Develop a theoretical framework and management practices Timber trucks. *Bulleten' transportnoi informatsii*. [Bulletin of transport information], 2009, no. 9 (171), pp. 25-27. (In Russ.).

3 Skrypnikov A.V. Theoretical bases and methods of organization and traffic management. *Bulleten' transportnoi informatsii*. [Bulletin of transport information], 2010, no. 1 (175), pp.10-15. (In Russ.).

4 Skrypnikov A.V. Metody, modeli i algoritmy povysheniia transportnoekspluatatsionnykh kachestv lesnykh avtomobil'nykh dorog v protsesse proektirovaniia, stroitel'stva i ekspluatatsii [Methods, models and algorithms for improving transport and performance of forest roads in the design, construction and operation]. Moscow, FLINTA: Nauka, 2012. 310 p. (In Russ.).

5 Skrypnikov A.V., Skvortsova T.V., Kondrashova E.V. Bandwidth regulated crossroads. *Perspektivnye tekhnologii, transportnye sredstva i oborudovaniie pri proizvodstve, eksplatatii, servise i remonte*. [Emerging technologies, vehicles and equipment in the production, exploitation, service and repair], 2007, no. 2, pp.201-204. (In Russ.).

УДК 517.711.3

Доцент И.А. Хаустов

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационных и управляющих систем.
тел. (473) 255-38-75

E-mail: haustov_ia@mail.ru

Associate Professor I.A. Khaustov

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of information and control systems. phone (473) 255-37-51

E-mail: haustov_ia@mail.ru

Управление процессом деструкции полимеров в растворе на основе дробной загрузки инициатора

The polymers solution degradation control on the basis of initiator fractional loading

Реферат. В статье рассматривается метод управления процессом термоокислительной деструкции на основе дробной загрузки инициатора. Преимущество проведения управляемой деструкции при дробной загрузке инициатора заключается в том, что в условиях промышленного производства обеспечить непрерывную дозировку инициатора с высокой точностью достаточно сложно. Из-за высокой чувствительности кинетики деструкции к концентрации инициатора небольшие отклонения, вызванные погрешностью дозаторов, могут существенно изменить кинетику процесса деструкции. С точки зрения технологии проведения процесса реализация дробного дозирования инициатора более удобна. Показано, что при проведении управляемой деструкции при одинаковых начальных условиях реакции удастся существенно сократить время проведения процесса до заданной степени деструкции. Время реакции уменьшается более чем в 1,5 раза. Проведение управляемой деструкции позволяет осуществлять прогнозируемую деструкцию по линейному закону в зависимости от времени. Линейность кинетики обеспечивается как при непрерывной загрузке инициатора, так и при дробной. При этом дробная загрузка должна производиться через одинаковые промежутки времени. Управляющим параметром в обоих режимах управления является время реакции, линейно связанное с заданной степенью деструкции. В этом случае появляется возможность осуществлять программное управление, при этом требуется знать только исходное качество полимера – его начальную среднечисленную молекулярную массу. В работе получены расчетные зависимости, позволяющие оценить величину разовой загрузки инициатора в зависимости от периода дробной дозировки инициатора. Приводятся приближенные линейные зависимости расчета кинетики процесса деструкции, как в случае непрерывной загрузки инициатора, так и при дробной.

Summary. The technological process of thermal oxidative degradation on the basis of initiator fractional loading is considered. The advantage of controlled degradation at the initiator fractional loading in order to provide continuous dosing of the initiator with high accuracy is difficult in industrial environments. Slight deviations caused by dispensers error, can significantly change the kinetics of degradation, due to high sensitivity of the initiator concentration. From the point of view of the technology realization the process of fractional dosing initiator is more convenient. It is shown that carrying out the controlled degradation under identical initial conditions reaction, we manage to reduce significantly the time of the process to the desired degree of degradation. The reaction time is reduced to more than 1.5 times. Carrying out a controlled degradation allows implement the projected degradation by linear law depending on time. Kinetics linearity is provided at a continuous loading of initiator and as well as a fraction loading. In this case the fractional loading should be done at regular intervals of time. The reaction time is control parameter in both control regimes which is linearly connected with to the given degree of degradation. In this case, the opportunity to control software arises, herewith we need know only the initial quality of the polymer, i.e. its initial number average molecular weight. The calculated dependences, which allow estimate a single loading initiator value, depending on the period of the fractional dosages of initiator are obtained. An approximate calculation linear dependence of the degradation process kinetics in the case of initiator continuous loading and under fractional loading are shown.

Ключевые слова: термоокислительная деструкция полимеров, система управления.

Keywords: thermal oxidative degradation of polymers, control system.

Одним из перспективных методов получения низкомолекулярных полимеров с регулируемой молекулярной массой является термоокислительная деструкция. Такие полимеры находят применение в народном хозяйстве для изготовления адгезионных составов, антикор-

розионных покрытий, полимерно-битумных композиций, строительных герметиков и др.

Процесс термоокислительной деструкции полимеров в растворе проводится в реакторе по периодической технологии.

© Хаустов И.А., 2014

Реакторы периодического действия малопродуктивны, но, в тоже время просты по конструкции, требуют небольшого вспомогательного оборудования, поэтому они особенно удобны для проведения опытных работ по изучению химической кинетики. В промышленности же они обычно используются в малотоннажных производствах и для переработки относительно дорогостоящих химических продуктов. Общим свойством процессов полимеризации и деструкции полимеров в растворе, проводимых по периодической схеме с точки зрения технологии производства является их нестационарность. Эти процессы описываются схожими по своей структуре системами дифференциальных уравнений, позволяющими установить взаимосвязь между управляемыми параметрами и возможными управляющими воздействиями.

Важной технологической задачей для периодических процессов полимеризации или деструкции является обеспечение желаемых конечных показателей качества полимера, например, концентраций выходных продуктов, средних молекулярных масс, индекса расплава, характеристической вязкости полимера, степени деструкции полимера и др. [1-4].

Для некоторых процессов полимеризации, например, при получении термоэластопластов, основной задачей управления, как и во время деструкции является получение полимера с заданной среднечисленной молекулярной массой M_n . При этом задача регулирования полидисперсности K_p получаемых продуктов практически не ставится, поскольку в первом случае узость молекулярно-массового распределения (ММР) достигается за счет применения высокоэффективной иницирующей системы и проведения полимеризации по механизму анионной полимеризации [5]. Во втором случае ММР неуклонно стремится к виду распределения Флори, а коэффициент полидисперсности – к значению 2 [6, 7].

Методы управления реакторами периодического действия в основном основаны на изменении температуры реакции или варьировании концентраций подаваемых катализатора и мономера [4]. Так, например, в [8] описано регулирование температуры в ходе экзотермической реакции в реакторе периодического действия. Управление реакторами осуществляется за счёт подбора оптимальных температурных профилей в силу выбранного критерия качества, а затем с использованием стандартных алгоритмов управления с обратной связью осуществляется поддержка вы-

бранного режима. Распространённым способом управления температурой в периодических реакторах является применение регулятора с переменной структурой [9, 10]. В работе [11] для управления температурой процесса использовался адаптивный алгоритм. В [12] управление рассчитывалось по математической модели процесса с оценкой количества теплоты, образующегося в реакторе в произвольный момент времени. Основанный на математической модели процесса алгоритм управления нагревом реакционной массы и дальнейшей стабилизации температуры и возможность его использования для управления экзотермическим реактором периодического действия обсуждались в [8, 13, 14].

На значения показателей качества готового продукта оказывает влияние такой управляющий параметр как время реакции. В [4] предложен алгоритм управления для решения оптимальной задачи с целью поддержания заданного режима, минимизирующего время реакции.

Также на динамику протекания процессов существенное влияние оказывает выбор начальной температуры полимеризации или деструкции [15], что даёт возможность подбором начальной температуры определять дальнейшую динамику периодических процессов.

Процессы деструкции, начиная с середины 20-го века, достаточно широко исследованы [16-19]. Особенное внимание уделяется проблеме разрушения полимеров под воздействием окружающей среды (термическое, фотохимическое, химическое, радиационное и др.). В данном случае процесс разрушения полимеров интерпретируется как негативный фактор, который требуется устранить или минимизировать и задача управления такими процессами не ставилась. В этой связи, в литературе практически не приводятся результаты исследований в области создания технологии проведения управляемой деструкции полимеров.

Рассматривая процесс деструкции полимеров в растворе, следует отметить, что в рамках настоящей работы показана целесообразность управления процессом, основанная на выборе времени деструкции. При этом технологические параметры (температура процесса деструкции, концентрация полимера в растворе (объемная доля), интенсивность барботирования реакционной смеси атмосферным воздухом, концентрация инициатора), влияющие на рассматриваемый процесс, должны быть стабилизированы. Стабилизация концентрации инициатора реакции достигается за счет его дробной загрузки в реактор.

В целях эффективного управления процессами деструкции полимеров в растворе в работе [20] рассмотрена стабилизация концентрации инициатора методом непрерывной подачи инициатора в реакционную массу. В этом случае, как показывают расчетные данные, процесс деструкции можно приближенно описать линейной зависимостью от времени.

Для стабилизации концентрации инициатора предлагается обеспечивать непрерывную загрузку инициатора, используя следующую зависимость:

$$G_I(t) = k_2 I_0 V_0 M_I, \quad (1)$$

где k_2 – константа скорости образования деструктора, мин^{-1} ; I_0 – начальная концентрация инициатора, моль/л ; V_0 – объем реакционной массы, л ; M_I – молярная масса инициатора, кг/моль .

Кинетика процесса деструкции приближенно описывается линейной зависимостью:

$$P(t) = P_0 + 4k_2 I_0 t, \quad (2)$$

где $P_0, P(t)$ – начальная и текущая концентрация полимера, моль/л .

Однако в условиях промышленного производства обеспечить непрерывную дозировку инициатора с высокой точностью достаточно сложно. Необходимо отметить, что из-за высокой чувствительности кинетики деструкции к концентрации инициатора небольшие отклонения, вызванные погрешностью дозаторов, могут существенно изменить кинетику процесса деструкции. Например, для реакционной массы объемом 1 тонна с исходными начальными концентрациями компонентов реакции необходимо обеспечить дозировку инициатора со скоростью 7–50 г/мин.

Гораздо более удобна с точки зрения технологии проведения процесса реализация дробного дозирования инициатора. Дозирование осуществляется через равные промежутки времени одинаковыми порциями.

Величина дозировки рассчитывается по формуле:

$$V_d = I_0 V_0 M_I (1 - e^{-k_2 t_d}), \quad (3)$$

где t_d – период дробной дозировки инициатора, мин.

На рисунке 1 представлено сравнение расчетной кинетики деструкции при непрерывной подаче инициатора и дробной при температуре реакционной массы 70°C .

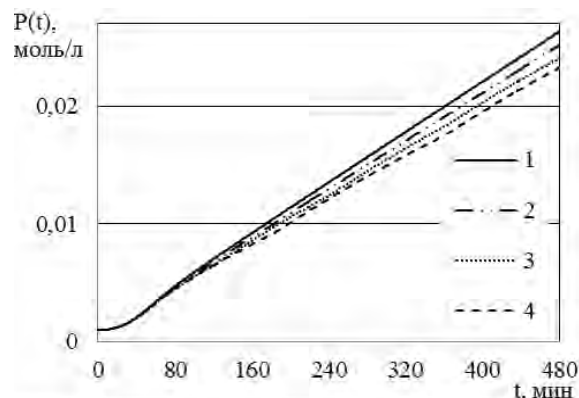


Рисунок 1. Сравнение кинетики деструкции при непрерывной дробной загрузке инициатора

Кривая 1 – график изменения концентрации полимера при непрерывной подаче инициатора. 2 – дробность подачи инициатора 1 час, кривая 3 – 2 часа, кривая 4 – 3 часа.

Как видно из рисунка 1, при дробной дозировке также сохраняется линейная форма кинетики реакции деструкции. Кроме этого, отклонение значений концентрации полимера при непрерывной и дробной дозировке инициатора незначительное. Отношение концентраций полимера Pk_d/Pk_n при исходных начальных дозировках представлено в таблице 1 (позиция 1). Pk_n и Pk_d – концентрации полимера после проведения процесса деструкции с непрерывной подачей инициатора и дробной, соответственно, моль/л .

Рисунок 2 показывает, что зависимость отношения Pk_d/Pk_n от периода дробной подачи инициатора можно описать линейной зависимостью вида:

$$Pk_d/Pk_n(t_d) = b_0 + b_1 t_d. \quad (4)$$

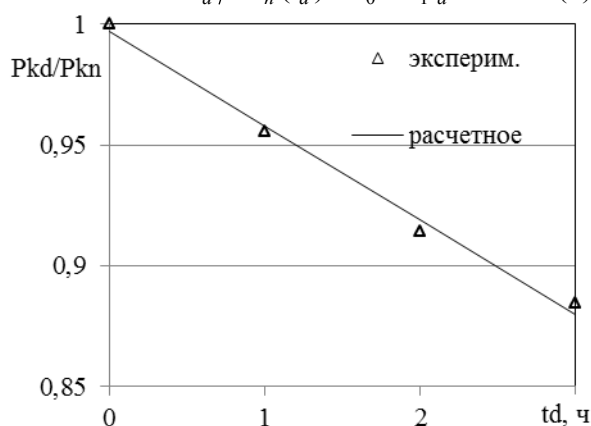


Рисунок 2. Зависимость отношения Pk_d/Pk_n от периода дробной подачи

Для оценки влияния исходной дозировки инициатора и начальной концентрации полимера были проведены численные эксперименты. Начальные концентрации инициатора и поли-

мера уменьшали и увеличивали в 2 раза. Результаты исследования приведены в таблице 1.

Результаты исследования показывают, что влиянием начальных концентраций инициатора и полимера на величину отклонения конечных кон-

центраций полимера при непрерывной и дробной загрузке инициатора можно пренебречь.

Влияние температуры реакционной массы на величину отношения Pk_d/Pk_n показано в таблице 2.

Т а б л и ц а 1

Отношение концентраций полимера Pk_d/Pk_n при исходных начальных дозировках

№	Условия численного эксперимента	Pk_d/Pk_n			Коэффициенты (4)	
		$t_d = 1$ ч.	$t_d = 2$ ч.	$t_d = 3$ ч.	b_0	b_1
1.	I_0, P_0	0,956	0,914	0,885	0,997	-0,039
2.	$2I_0, P_0$	0,955	0,914	0,883	0,997	-0,039
3.	$0,5I_0, P_0$	0,957	0,917	0,886	0,997	-0,037
4.	$I_0, 2P_0$	0,957	0,917	0,889	0,997	-0,037
5.	$I_0, 0,5P_0$	0,957	0,913	0,883	0,997	-0,035

Т а б л и ц а 2

Влияние температуры реакционной массы на величину отношения Pk_d/Pk_n

№	Условия численного эксперимента	Pk_d/Pk_n			Коэффициенты (4)	
		$t_d = 1$ ч.	$t_d = 2$ ч.	$t_d = 3$ ч.	b_0	b_1
1.	$T = 70^\circ\text{C}, I_0, P_0$	0,956	0,914	0,885	0,997	-0,039
2.	$T = 60^\circ\text{C}, I_0, P_0$	0,984	0,969	0,957	0,99	-0,015
3.	$T = 50^\circ\text{C}, I_0, P_0$	0,993	0,987	0,982	1	-0,006

Как видно из таблицы 2, с уменьшением температуры реакции значение Pk_d/Pk_n также уменьшается. Очевидно, что температура практически не влияет на b_0 , а изменение b_1 аппроксимируется линейной зависимостью:

$$b_1(T) = c_0 + c_1 T, \quad (5)$$

где c_0, c_1 – эмпирические коэффициенты.

С учетом выше полученных зависимостей (4)-(5) кинетическое уравнение деструкции в зависимости от условий дробной подачи инициатора в зону реакции и температуры реакционной массы аппроксимируется выражением:

$$P(t) = (P_0 + 4k_2 I_0 t) (1 + c_0 t_d + c_1 T t_d). \quad (6)$$

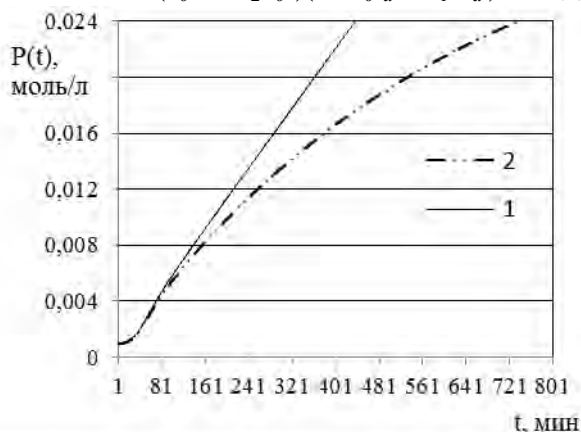


Рисунок 3. Сравнение кинетики неуправляемой деструкции (разовая дозировка инициатора) и кинетика деструкции при дробной загрузке

Кривая 1 – характеризует кинетику деструкции в условиях дробной подачи инициатора, кривая 2 – характеризует кинетику неуправляемой деструкции (применяется разовая дозировка инициатора).

На рисунке 3 проиллюстрировано сравнение кинетики деструкции полимера при температуре 70°C при условии дробной подачи инициатора и без дополнительной дозировки. Дробная загрузка инициатора осуществляется каждые 2 ч.

Преимущество проведения управляемой деструкции при дробной загрузке инициатора (или непрерывной) заключается в том, что при одинаковых начальных условиях проведения реакции удастся существенно сократить время проведения процесса до заданной степени деструкции. Как видно из рисунка 3, время реакции уменьшается более чем в 1,5 раза. Кроме того, проведение управляемой деструкции позволяет осуществлять прогнозируемую деструкцию по линейному закону в зависимости от времени. То есть управляющим параметром является время реакции, линейно связанное с заданной степенью деструкции. В этом случае появляется возможность осуществлять программное управление, при этом требуется знать только исходное качество полимера – его начальную среднечисленную молекулярную массу, которая связана с начальной мольной концентрацией полимера по формуле $P_0 = f_0/M_n \cdot f_0$ – массовая концентрация полимера, кг/л.

ЛИТЕРАТУРА

1 Хариш И.Е. Синергетический метод синтеза систем управления химическими реакторами периодического действия [Электронный ресурс] // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск 94. Режим доступа: <http://izv-tn.tti.sfedu.ru/wp-content/uploads/2011/6/9.pdf>.

2 Пат. № 2042690, RU, C08F297/04 Способ управления периодическим процессом полимеризации термоэластопластов / Дорофеев В.И. и др. Оpubл. 27.08.1995, Бюлл. № 24.

3 Пат. № 2084459, RU, C08F2/06, 297/04. Способ управления периодическим процессом полимеризации термоэластопластов / Дорофеев В.И. и др. Оpubл. 20.07.1997, Бюлл. №20.

4 Байзенбергер Дж. А., Себастиан Д.Х. Инженерные проблемы синтеза полимеров. М.: Химия, 1988. 688 с.

5 Моисеев В.В. Термоэластопласты. М.: Химия, 1985. 184 с.

6 Browarzik D., Koch A. Application of continuous kinetics to polymer degradation // J. Macromol. Sci., Part A: Pure Appl. Chem. 1996. V. 33. № 11. P. 1633.

7 Каминский В.А., Кузнецов А.А. О кинетике деструкции полимеров по закону случая // Теоретические основы химической технологии. 2012. Т. 46. № 4. С. 453-457.

8 Cott B.J., Macchieto S. Temperature Control of Exothermic Batch Reactor Using Generic Model Control // Ind. Eng. Chem. Res. 1989. V. 28. № 8. P. 1177-1184.

9 Shinsky F.G., Weinstein J.L. Dual-Mode Control System for a Batch Exothermic Reactor // Twentieth Annual ISA Conference, Los Angeles: CA, 1965.

10 Liptak B.G. Controlling and Optimizing Chemical Reactors // Chem. Eng. 1986. №1. P. 69-81.

11 Gluett W.R., Shah S.L., Fisher D.G. Adaptive Control of a Batch Reactor // Chem. Eng. Comm. 1985. V. 38. P. 67-78.

12 Jutan A., Uppal A. Combined Feedforward-Feedback Servo Control Scheme for an Exothermic Batch Reactor // Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev. 1984. V. 23. P. 597-602.

13 Kershenbraun L.S., Kittisupakorn P. The Use of a Partially Simulated Exothermic (Parsex) Reactor for Experimental Testing of Control Algorithms // Trans IchemE. 1994. V. 72. Part A. P. 55-63.

14 Marroquin G., Luyben W.L. Practical Control Studies of Batch Reactors Using Realistic Mathematical Models // Chem. Eng. Sci. 1973. V. 28. P. 993-1003.

15 Битюков В.К. Оптимизация процесса синтеза термоэластопластов с использованием методик определения начальной температуры полимеризации // Вестник ВГТА. 2010. № 2(44). С. 64-68.

16 Берлин А.А., Вольфсон С.А., Ениколюпан Н.С. Кинетика полимеризационных процессов. М.: Химия, 1978. 320 с.

17 Брык М.Т. Деструкция наполненных полимеров. М.: Химия, 1989. 192 с.

18 Simha R. Kinetics of degradation and size distribution of long chain polymers // J. Appl. Phys. 1941. V. 12. № 7. P. 569.

19 Tobolsky A. The kinetics of random degradation of polymer: a resume // J. Polym. Sci. 1957. V.26. P. 247.

20 Битюков В.К. Системный анализ процесса термоокислительной деструкции полимеров в растворе как объекта управления // Вестник ВГУИТ. 2014. № 3. С. 61-66.

REFERENCES

1 Harish I. E. The synergetic method of the synthesis of control systems over chemical batch reactors. *Izvestiya IuFU. Tekhnicheskie nauki. Tematicheskii vypusk 94*. [Proceedings of the SFU. Technical sciences. Special Issue 94]. Available at: <http://izv-tn.tti.sfedu.ru/wp-content/uploads/2011/6/9.pdf>. (In Russ.).

2 Dorofeev V.I. et al. Sposob upravleniia periodicheskim protsessom polimerizatsii termoe-lastoplastov [A method of a batch thermoplastic elastomers polymerization process controlling]. Patent RF, no. 2042690, 1995.

3 Dorofeev V.I. et al. Sposob upravleniia periodicheskim protsessom polimerizatsii termoe-lastoplastov [A method of a batch thermoplastic elastomers polymerization process controlling]. Patent RF, no. 2084459, 1997.

4 Baizenberger Dzh. A., Sebastian D. Kh. Inzhenernye problemy sinteza polimerov [Principles of Polymerization Engineering]. Moscow, Khimiia, 1988. 688 p. (In Russ.).

5 Moiseev V.V. Termoelastoplasty [Thermoplastic elastomers]. Moscow, Khimiia, 1985. 184 p. (In Russ.).

6 Browarzik D., Koch A. Application of continuous kinetics to polymer degradation. J. Macromol. Sci., Part A: Pure Appl. Chem., 1996, vol. 33, no. 11, p. 1633.

7 Kaminskii V.A., Kuznetsov A.A. Kinetics of polymers degradation by law case. *Teoreticheskie osnovy khimicheskoi tekhnologii*. [Theoretical bases of chemical technology], 2012, vol. 46, no. 4, pp. 453-457. (In Russ.).

8 Cott B.J., Macchieto S. Temperature Control of Exothermic Batch Reactor Using Generic Model Control. Ind. Eng. Chem. Res., 1989, vol. 28, no. 8, pp. 1177-1184.

9 Shinsky F.G., Weinstein J.L. Dual-Mode Control System for a Batch Exothermic Reactor. Twentieth Annual ISA Conference, Los Angeles, 1965.

10 Liptak B.G. Controlling and Optimizing Chemical Reactors. Chem. Eng., 1986, no. 1, pp. 69-81.

11 Gluett W.R., Shah S.L., Fisher D.G. Adaptive Control of a Batch Reactor. Chem. Eng. Comm., 1985, vol. 38, pp. 67-78.

12 Jutan A., Uppal A. Combined Feedforward-Feedback Servo Control Scheme for an Exothermic Batch Reactor. Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev., 1984, vol. 23, pp. 597-602.

13 Kershenbraun L.S., Kittisupakorn P. The Use of a Partially Simulated Exothermic (Parsex) Reactor for Experimental Testing of Control Algorithms. Trans IChemE., 1994, vol. 72, part A, pp. 55-63.

14 Marroquin G., Luyben W.L. Practical Control Studies of Batch Reactors Using Realistic Mathematical Models. Chem. Eng. Sci., 1973, vol. 28, pp. 993-1003.

15 Bitiukov V. K., Tikhomirov S.G., Khaustov I.A. et al. Using the methods of determining

of polymerization initial temperature for thermoplastic elastomers synthesis. Vestnik VGTA. [Bulletin of VSTA], 2010, no. 2, pp. 61-68. (In Russ.).

16 Berlin A.A., Volfson S.A., Enikolopian N.S. Kinetika polimerizatsionnykh protsessov [The kinetics of polymerization processes]. Moscow, Khimiia, 1978. 320 p. (In Russ.).

17 Bryk M.T. Destruktsiia napolnennykh polimerov [Degradation of filled polymers]. Moscow, Khimiia, 1989. 192 p. (In Russ.).

18 Simha R. Kinetics of degradation and size distribution of long chain polymers. J. Appl. Phys., 1941, vol. 12, no. 7, pp. 569.

19 Tobolsky A. The kinetics of random degradation of polymer: a resume. J. Polym. Sci., 1957, vol. 26, pp. 247.

20 Bitiukov V. K., Khaustov I.A., Khvostov A.A. et al. System analysis process of the thermal oxidative degradation of polymers in solution as a control. Vestnik VGUIT. [Bulletin of VSUET], 2014, no. 3, pp. 61-66. (In Russ.).

УДК 630.383

Профессор А.В. Скрыпников, докторант С.В. Дорохин,
аспирант А.Г. Чистяков, ассистент Е.В. Глазкова
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационных систем, моделирования и
управления. тел. 89103434840
E-mail: skrypnikovvsafe@mail.ru

Professor A.V. Skrypnikov, doctoral S.V. Dorokhin,
graduate Chistiakov A.G., assistant E.V. Glazkova
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of information systems,
modeling and control. phone. 89103434840
E-mail: skrypnikovvsafe@mail.ru

Алгоритм статистической обработки результатов измерений участков лесных автомобильных дорог с помощью контрольно-измерительного комплекса

Algorithm of statistical processing of measurement results areas of forest roads using test-measuring system

Реферат. Проведение метрологических испытаний информационно-измерительного комплекса дорожной лаборатории с целью автоматизации данных о геометрии дороги требует разработки теоретических основ и методики их выполнения. В качестве основного метода исследования точности принят метод сравнения результатов, полученных с его помощью, с аналогичными результатами, полученными на основе геодезических измерений. При этом геодезические данные приняты за основные, поскольку они обладают наиболее высокой точностью. Разработан алгоритм статистической обработки результатов измерений участков лесных автомобильных дорог с помощью контрольно-измерительного комплекса. В статье представлен алгоритм определения геометрических величин дороги на примере двух: угол поворота, длина круговой кривой. Авторами разработана формула, позволяющая оценивать точность измерения углов поворота оси дороги на закруглениях с помощью дорожной лаборатории с учетом изменения погрешности в зависимости от осреднения результатов (количества челночных проездов) и определять оптимальное число проездов. Также в статье предложена формула, позволяющая оценивать точность определения длины кривой закругления с помощью дорожной лаборатории. Погрешность при измерении длины кривой предлагается определять погрешностями положения точек начала закругления и конца закругления. При проездах лаборатории «туда-обратно» по закруглению можно получить среднее значение длины кривой, которое будет точнее единичного определения этой длины для каждого проезда. Разработанная методика может быть применима для определения всех оставшихся геометрических величин дороги.

Summary. Realization of metrological testing information-measuring complex road laboratories to automate the geometry of the road requires the development of theoretical foundations and methods of their implementation. As the main research method adopted the method of comparing the accuracy of the results obtained with it, with similar results obtained based on survey. In this survey data taken in the main, because they have the highest accuracy. An algorithm for statistical processing of measurement results areas of forest roads using test-measuring system. The paper presents an algorithm for determining the geometric variables on the example of two roads: the angle of rotation, the length of the curve. The authors have developed a formula that allows to assess the accuracy of measurement of the angles of rotation axis of the road on the road with the help of rounded to reflect changes in laboratory error depending on averaging the results (number of shuttle drives) and to determine the optimal number of driveways. Also in the article formula is proposed to evaluate the accuracy of determining the length of the curve curvature using road laboratory. Error in measuring the length of a curve is proposed to determine the position errors start and end points of curvature. When traveling laboratory "round-trip" by rounding can obtain an average length of a curve to be more precise definition of this unit of length for each passage. The method developed can be applied to determine all the remaining geometric variables of the road.

Ключевые слова: алгоритм, контрольно-измерительный комплекс, дорога, точность, погрешность.

Keywords: algorithm, control and measurement system, road, accuracy, measurement error.

Проведение метрологических испытаний информационно-измерительного комплекса дорожной лаборатории требует разработки теоретических основ и методики их выполнения.

В качестве основного метода исследования точности принят метод сравнения результатов, полученных с его помощью, с аналогичными

ми результатами, полученными на основе геодезических измерений. При этом геодезические данные приняты за основные, поскольку они обладают наиболее высокой точностью.

© Скрыпников А.В., Дорохин С.В.,
Чистяков А.Г., Глазкова Е.В., 2014

Алгоритм статистической обработки результатов измерений участков лесных автомобильных дорог с помощью контрольно-измерительного комплекса представлен ниже.

1. Вычисляют среднее значение угла поворота α_{cp} :

$$\alpha_{cp} = \frac{\sum_{li}^n \alpha_{li}}{n} \quad (1)$$

2. Вычисляют среднюю квадратическую погрешность одного определения $\alpha_{ли}$:

$$m_{\alpha_{ли}} = \pm \sqrt{\frac{n}{n-1} \left(\frac{\sum_{li}^n \alpha_{li}^2}{n} - \alpha_{cp}^2 \right)} \quad (2)$$

и среднего значения α_{cp} :

$$m_{\alpha_{cp}} = \frac{m_{\alpha_{ли}}}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

3. Строят доверительные интервалы для истинного угла поворота $\alpha_{ист}$ по результатам одного i -го проезда лаборатория и по осредненным данным на n проездов:

$$\alpha_i - t m_{\alpha} \leq \alpha_{ист} \leq \alpha_{и} + t m_{\alpha} \quad (4)$$

$$\alpha_{cp} - t m_{\alpha_{cp}} \leq \alpha_{ист} \leq \alpha_{сз} + t m_{\alpha_{cp}} \quad (5)$$

где t - квантиль нормированного нормального распределения, соответствующий принятой вероятности $\Phi(t)$.

4. Все результаты разделяют на четные и нечетные и вычисляют все статистики отдельно по четным и нечетным значениям. Аналогично необходимо образовать выборки из 1,4,7,10,..., затем из 2,5,8,11,... и 3,6,9,12,..., значения $\alpha_{ли}$ (то есть отобрать из всех значений каждый третий результат, начиная с первого, затем со второго и затем с третьего) и повторить трижды вычисления всех статистик по 1/3 всех проездов. Аналогичным образом необходимо образовать 4 выборки численностью $n/4$ и вновь повторить все вычисления.

Результаты всех вычислений можно представить на графиках. Если на графике провести горизонтальную прямую на уровне $m_{\alpha_{cp}} = m_{доп}$ ($m_{доп}$ - допустимое значение погрешности $m_{\alpha_{cp}}$), то на оси абсцисс можно получить значение n , которое обеспечивает определение α_{cp} с допустимой погрешностью. Величина n определяет необходимое число челночных проездов дорожной лабора-

тории по закруглению, по данным которых определяют среднее значение угла поворота α_{cp} с погрешностью, не более $m_{доп}$.

Соотношения (2-5) позволяют оценить точность определения угла поворота, однако они же являются полным и окончательным решением задачи.

4. Для сравнения углов поворота, полученных с помощью дорожной лаборатории ($\alpha_{л}$), и на основе геодезических измерений ($\alpha_{г}$), на закруглении необходимо определить точки начало закругления (НЗ) и конец закругления (КЗ). Погрешности разбивки оси дороги на закруглении связаны с тем, что плавная круговая кривая заменяется хордами длиной $S=10, 15, 20$ м. Середины хорд отклоняются от круговой кривой на величину «стрелы»

$f = \frac{S}{8R}$, которая проявляет себя как погрешность разбивочных работ.

Допускаемые проектные отклонения от проектных размеров ширины покрытия равны: для асфальтобетонных покрытий ± 10 см и для цементобетонных ± 5 см.

Погрешности положения кромки, связанные с её загрязнением и разрушением при эксплуатации, оцениваются величиной от 2-3 до 20-25 см [1-2]. В среднем она, по-видимому, не превышает 10-11 см.

Таким образом, суммарная величина случайного отклонения кромки покрытия от круговой кривой будет равна:

$$l_{сумм} = \pm \sqrt{6,5^2 + 8^2 + 11^2} = \pm 14 \text{ см.}$$

Если погрешность $l_{сум} = \pm 14$ см считать предельной, то средняя (квадратическая) будет равна $l \approx \pm 7$ см.

5. Погрешность угла поворота, измеренного с помощью дорожной лаборатории, можно охарактеризовать разностью:

$$\Delta\alpha = \alpha_{л} - \alpha_{г} \quad (6)$$

где $\alpha_{л}$ и $\alpha_{г}$ - значения угла поворота, полученные лабораторией и геодезическим методом.

Вместе с тем, разность $\Delta\alpha$ есть результат действия случайных погрешностей при измерениях $\alpha_{л}$ и $\alpha_{г}$, то есть:

$$\Delta\alpha = \pm \sqrt{m_{\alpha_{л}}^2 + m_{\alpha_{г}}^2} \quad (7)$$

Откуда погрешность измерения угла поворота с помощью дорожной лаборатории будет равна:

$$m_{\alpha_{л}} = \pm \sqrt{\Delta\alpha^2 - m_{\alpha_{г}}^2} \quad (8)$$

Погрешность измерения угла α теодолитом очень мало зависит от инструментальной погрешности и почти полностью определяется влиянием погрешностей положения точек НЗ и КЗ, а также отклонениями кромки покрытия на закруглении от идеальной круговой кривой. При этом отклонения кромки от указанной кривой влияют на точность измерения угла α также, как погрешность центрирования теодолита и наблюдаемых точек (сигналов).

Влияние погрешностей центрирования теодолита и сигналов на точность измерения угла β выражается формулой:

$$m_{\beta_{\text{ц}}} = \pm \frac{\rho}{\sqrt{2}} \sqrt{\left(\frac{l_c}{b_1}\right)^2 + \left(\frac{l_c}{b_2}\right)^2 + \frac{l_1^2}{b_1^2 \cdot b_2^2} \times (b_1^2 + b_2^2 - 2b_1b_2 \cos \beta)}, \quad (9)$$

где l_c , l_e - погрешности центрирования сигналов и теодолита; b_1 , b_2 - длины сторон, образующих угол β .

Если $l_c = l_e = l$, $b_1 = b_2 = b$ и $\beta \leq 15^\circ$, то $m_{\beta_{\text{ц}}} = \rho l / b$.

Так как $\alpha = 2\varphi$, то погрешность измерения угла α , обусловленная отклонением кромки покрытия от круговой кривой, будет равна:

$$m_{\alpha_1} = \pm 2\rho l / b \quad (10)$$

6. Рассмотрим влияние погрешностей определения положения точек НЗ и КЗ на кривой закругления на точность измерения угла α . Как показано в работе [3], влияние указанных погрешностей на точность измерения угла φ определяется формулой:

$$m_{\varphi} = \pm \sqrt{\frac{dl}{Ra}}, \quad (11)$$

где m_{φ} - погрешность измерения угла φ , обусловленная погрешностями положения точек НЗ и КЗ на закруглении; $\rho = 3438$ - радиан в минутах; l - предельное отклонение кромки покрытия от круговой кривой с вероятностью 0,68; d, a - расстояния; R - радиус круговой кривой.

Так как $\alpha = 2\varphi$, то:

$$m_{\alpha_1} = \pm 2\rho \sqrt{\frac{2l}{Ra}} \quad (12)$$

Суммарное влияние погрешностей m_{α_1} и m_{α_2} на точность измерения угла α будет равно:

$$m_{\alpha_2}^2 = 4\rho^2 l^2 \left(\frac{1}{b^2} + \frac{d}{Ral} \right) \quad (13)$$

Подставляя значение m_{α_2} в (12), получим:

$$m_{\alpha_1} = \pm \sqrt{\Delta\alpha^2 - 4\rho^2 l^2 \times \left(\frac{1}{b^2} + \frac{d}{Ral} \right)}, \quad (14)$$

где $\Delta\alpha = \alpha_{\text{л}} - \alpha_{\text{г}}$ - разность значений угла поворота оси дороги, измеренных дорожной лабораторией и теодолитом; остальные обозначения прежние.

Формула (14) является окончательной рабочей. Она позволяет оценивать точность измерения углов поворота α оси дороги на закруглениях с помощью дорожной лаборатории. При этом разность $\Delta\alpha = \alpha_{\text{л}} - \alpha_{\text{г}}$ можно вычислять по значениям $\alpha_{\text{л}}$, полученным из одного, двух, трёх, четырёх и т.п. проездов лаборатории. Таким путём можно проследить, как изменяется погрешность m_{α_1} в зависимости от осреднения результатов (количества челночных проездов) и определять оптимальное число проездов.

Анализ данных, полученных по формуле (14), необходимо проводить совместно с анализом данных, полученных по формулам (2), (3), (4) и (5).

Важно ещё раз подчеркнуть, что изложенные выше теоретические основы метрологических испытаний лаборатории применимы только на круговой кривой.

7. Измеряют длину кривой закругления с помощью дорожной лаборатории. Погрешность измерения длины кривой с помощью дорожной лаборатории можно охарактеризовать разностью:

$$\Delta K = K_{\text{л}} - K_{\text{г}}, \quad (15)$$

где $K_{\text{л}}$ и $K_{\text{г}}$ - длина кривой, измеренная с помощью лаборатории и геодезическим методом.

Одновременно разность ΔK равна:

$$\Delta K = \pm \sqrt{m_{K_{\text{л}}}^2 + m_{K_{\text{г}}}^2} \quad (16)$$

В работах [3-4] показано, что погрешность измерения длины кривой, обусловленная неточным определением положения точек НЗ и КЗ, равна:

$$m_{K_{\text{г}}} = \sqrt{\frac{Rdl}{a}}, \quad (17)$$

где R - радиус круговой кривой; d, a - расстояния; l - предельное отклонение кромки покрытия от круговой кривой с вероятностью $\sim 0,68$.

Из формулы (17) видно, что для уменьшения погрешности измерения длины кривой точку N при определении начала и конца закругления следует выбирать как можно ближе к началу закругления, а расстояние $MN = a$ достаточно большим, чтобы отношение $\frac{d}{a}$ мало отличалось от единицы. Эта рекомендация была уже сформулирована раньше без специального доказательства. Указанное, естественно, относится к выбору точек M, N в конце закругления.

Тогда из (17) получим:

$$m_{K_{\lambda}} = \pm \sqrt{\Delta K - \frac{Rdl}{d}} \quad (18)$$

Формула (18) является рабочей и позволяет оценивать точность определения длины кривой закругления с помощью дорожной лаборатории. Погрешность при измерении длины кривой с помощью дорожной лаборатории в основном определяется погрешностями положения точек НЗ и КЗ на закруглении. При проездах лаборатории «туда-обратно» по закруглению можно получить среднее значение длины кривой, которое будет в $\sqrt{n}$ раз точнее единичного определения этой длины для каждого проезда.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Скрыпников А.В. Построение процедур выбора управленческих решений на основе оптимизационных моделей // Вопросы современной науки и практики. 2009. № 10(24). С. 217-221.
- 2 Скрыпников А.В. Разработка теоретических основ и методов управления лесовозным автотранспортом // Бюллетень транспортной информации. 2009. № 9 (171). С. 25-27.
- 3 Скрыпников А.В. Теоретические основы и методы организации и управления дорожным движением // Бюллетень транспортной информации. 2010. № 1 (175). С.10-15.
- 4 Скрыпников А.В. Методы, модели и алгоритмы повышения транспортно-эксплуатационных качеств лесных автомобильных дорог в процессе проектирования, строительства и эксплуатации. Монография. М.: ФЛИНТА: Наука, 2012. 310 с.
- 5 Скрыпников А.В., Скворцова Т.В., Кондрашова Е.В. Пропускная способность регулируемого перекрёстка // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвуз. сборник науч. тр. 2007. № 2. С.201-204.

Погрешность среднего значения кривой можно вычислить по формуле:

$$m_{K_{cp}} = \frac{m_K}{\sqrt{n}}, \quad (19)$$

где:

$$m_k = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - K_{cp})^2}{n-1}}, \quad (20)$$

$$K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}.$$

С помощью формул (19), (20) можно построить доверительные интервалы для истинного значения длины кривой $K_{ист}$ по результатам одного и n проездов лаборатории по закруглению. С вероятностью 0,95 такие доверительные интервалы будут:

$$K_i - 1,96m_k \leq K_{ист} \leq K_i + 1,96m_k, \quad (21)$$

$$K_{cp} - 1,96m_{K_{cp}} \leq K_{ист} \leq K_{cp} + 1,96m_{K_{cp}}.$$

Отметим, что с вероятностью 0,95 должно выполняться неравенство:

$$|m_{K_{\lambda}}| \leq 1,96m_K, \quad (22)$$

где $m_{K_{\lambda}}$ и m_K вычисляются соответственно по (19)-(20). Это может служить контролем правильности наблюдения и вычисления.

REFERENCES

- 1 Skrypnikov A.V. Construction procedures for selecting management decisions based on optimization models. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki*. [Questions modern science and practice. University], 2009, no. 10 (24), pp. 217-221. (In Russ.).
- 2 Skrypnikov A.V. Develop a theoretical framework and management practices Timber trucks. *Bulleten' transportnoi informatsii*. [Bulletin of transport information], 2009, no. 9 (171), pp. 25-27. (In Russ.).
- 3 Skrypnikov A.V. Theoretical bases and methods of organization and traffic management. *Bulleten' transportnoi informatsii*. [Bulletin of transport information], 2010, no. 1 (175), pp.10-15. (In Russ.).
- 4 Skrypnikov A.V. Metody, model i algoritmy povysheniia transportnoeksploatatsionnykh kachestv lesnykh avtomobil'nykh dorog v protsesse proektirovaniia, stroitel'stva i ekspluatatsii [Methods, models and algorithms for improving transport and performance of forest roads in the design, construction and operation]. Moscow, FLINTA: Nauka, 2012. 310 p. (In Russ.).
- 5 Skrypnikov A.V., Skvortsova T.V., Kondrashova E.V. Bandwidth regulated crossroads. *Perspektivnye tekhnologii, transportnye sredstva i oborudovaniie pri proizvodstve, eksplatatii, servise i remonte*. [Emerging technologies, vehicles and equipment in the production, exploitation, service and repair], 2007, no. 2, pp.201-204. (In Russ.).

УДК 664

Профессор Л.В. Антипова, соискатель Н.И. Семикопенко

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии продуктов животного происхождения.
тел. (473) 255-37-51

E-mail: meatech@yandex.ru

Professpr L.V. Antipova, applicant N.I. Semikopenko

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of technology of meat
and meat products. phone (473) 255-37-51

E-mail: meatech@yandex.ru

Инновационный способ оглушения птицы в контролируемой газовой среде

Innovative way to stun poultry in a controlled gaseous environment

Реферат. В постоянном стремлении к снижению издержек в процессе производства мяса бройлеров автоматизированы многие процессы, а качество многих российских перерабатывающих предприятий уже не уступает мировым стандартам. Однако до сих пор значительные потери отечественные предприятия несут на снижении категоричности и ухудшении качества тушек бройлеров, сданных на убой. Качество мяса птицы зависит от ряда факторов. Процесс оглушения оказывает определяющее влияние на качественные характеристики готовой продукции. Выявлен ряд факторов, которые доказывают использование газового способа оглушения (более высокий уровень обескровливания позволяет улучшить качество мяса, газ, применяющийся в системе оглушения усыпляет птицу и позволяет подавать птицу на линию навески без сознания). Использование газового способа позволяет во многом избавиться от проблем, присущих электрическому методу оглушения птицы: электрические разряды перед оглушением, неравномерность разрядов, восстановление активности птицы после оглушения, травматизм; неравномерность обескровливания, сложные условия труда операторов навески (пыль, шум и прочее), необходимость фиксации живой птицы, разное качество оглушения разновесной птицы. В статье приводятся данные по изучению влияния оглушения птицы в контролируемой газовой среде на показатели качества мяса цыплят-бройлеров. Проведено сравнение способов оглушения: газового и электрического. Установлены закономерности изменения pH в мясе птицы в зависимости от способа оглушения. На основании полученных исследовательских данных можно сделать вывод о целесообразности использования метода газового оглушения при убойе и первичной переработке цыплят-бройлеров, что позволит существенно повысить конкурентоспособность отечественного птицеводства.

Summary. In constant aspiration to decrease in expenses in the course of production of meat of broilers many processes are automated, and quality of many of the Russian overworking enterprises doesn't concede to the international standards any more. However the domestic enterprises sustain still considerable losses on decrease in categorization and deterioration of carcasses of the broilers which are handed over on slaughter. Quality of fowl depends on a number of factors. Process of devocalization has the defining impact on qualitative characteristics of finished goods. A number of factors which prove use of a gas way of devocalization is revealed (higher level of an bloodless allows to improve quality of meat, the gas which is applied in system of devocalization lulls a bird and allows to give a bird to the line of an unconscious hinge plate). Use of a gas way allows to get rid in many respects of problems inherent in an electric method of devocalization of a bird: electric discharges before devocalization, unevenness of categories, restoration of activity of a bird after devocalization, traumatism; unevenness of bloodless, difficult working conditions of operators of a hinge plate (dust, noise and other), need of fixing of a live bird, different quality of devocalization of different weight bird. In article data on studying of influence of devocalization of a bird are provided in the controlled gas environment on indicators of quality of meat of broilers. Comparison of ways of devocalization is carried out: gas and electric. Consistent patterns of change of pH in fowl depending on a way of devocalization are determined. On the basis of the obtained research data it is possible to draw a conclusion on expediency of use of a method of gas devocalization at slaughter and primary processing of broilers that will allow to increase competitiveness of domestic poultry farming significantly.

Ключевые слова: оглушение птицы, газовая среда, инновации, конкурентоспособность, качество мяса птицы

Keywords: poultry stunning, gas environment, innovations, competitiveness, quality of poultry meat

Оглушение птицы – один из основополагающих этапов в технологической цепочке убоя птицы, определяющий формирование её качества.

В соответствии с Директивой Совета ЕС от 1993 года о защите животных, птица, по-

ступающая на убой, должна быть: а) размещена в помещении предубойного содержания, б) изолирована; в) оглушена перед убоем [1].

© Антипова Л.В., Семикопенко Н.И., 2014

Наиболее распространенный традиционный способ оглушения птицы – воздействие электрическим током – разработанный еще в конце 20-х годов прошлого столетия, имеет ряд недостатков, что и определило поиск альтернативных более гуманных методов оглушения птицы, в том числе в контролируемой газовой среде. Основные проблемы при электрическом методе оглушения птицы:

- электрические разряды перед оглушением;
- неравномерность разрядов;
- восстановление активности птицы после оглушения;
- травматизм;
- неравномерность обескровливания;
- сложные условия труда операторов навески (пыль, шум и прочее);
- необходимость фиксации живой птицы;
- разное качество оглушения разновесной птицы [2].

Оглушение птицы в контролируемой газовой среде приобретает популярность на российском рынке. Ввиду недостаточности сведений об особенностях данной технологии и её влиянии на технологические показатели и качество готовой продукции, её изучение представляет научно-практический интерес.

В департаменте птицеводческой науки Университета штата Джорджия (США) считают, что, несмотря на то, что в настоящий момент электрическое оглушение птицы наиболее распространено, специалистам отрасли следует более внимательно отнестись к вопросу альтернативных способов оглушения, уважая право потребителя на мясо лучшего качества и позицию общественных организаций по защите прав животных.

Применяя новые технологии в гуманном оглушении птицы, мировые игроки получают практическую выгоду. Инновации решили большинство технологических проблем в процессе убоя, автоматизировали подачу птицы на линию навески и сам процесс оглушения. Соответствуя ожиданиям потребителя в гуманном обращении с птицей и животными, большинство европейских производителей получают мясо высочайшего качества. Первые производители, которые применили инновации, получают все выгоды от модернизации своих предприятий первыми.

Большинство крупных западноевропейских птицеперерабатывающих предприятий уже применяют или запланировали переход на новую систему оглушения птицы смесью газов в контролируемой атмосфере [3].

Российским производителям европейскими компаниями в настоящее время предлагается способ оглушения птицы в контролируемой атмосфере («газовое оглушение»).

Многочисленные достоинства технологии оглушения птицы в контролируемой атмосфере можно показать на примере норвежской птицефабрики компании Nortura в Ракестаде, которая производит 45 % мяса птицы в стране, обеспечивая поставки на национальный рынок 90 % индюшатины и 100 % мяса утки. В результате использования оглушения птицы в контролируемой газовой атмосфере компания Nortura получила значительную экономическую выгоду за счет уменьшения затрат на персонал и улучшения качества мяса. При оглушении в газовой среде у птицы отсутствовали кровоподтеки, что исключало дополнительную обработку. Существенные положительные изменения были также отмечены в цвете мяса, его вкусе и нежности. Тушка и печень птицы имели лучший товарный вид, потому что обескровливание происходило гораздо быстрее.

Мировые тенденции предлагают два альтернативных типа оглушения в среде модифицированной атмосферы:

– одноступенчатое оглушение инертным экологически безопасным азотом (одним из составляющих нашей атмосферы) с добавлением аргона;

– двухступенчатое оглушение углекислым газом.

Цель работы состоит в исследовании качественных показателей мяса птицы в условиях альтернативных способов оглушения в реальных условиях производства.

Для российской птицеперерабатывающей промышленности метод оглушения птицы углекислым газом может явиться более предпочтительным. Он осуществляется в 2 этапа. На первой стадии CO_2 составляет 30 % объема газовой смеси, а на второй – 70 %. Весь двухступенчатый процесс занимает приблизительно 2,5 мин, расход CO_2 – порядка 10–12 г на одну голову [4].

В настоящее время в России оборудование для оглушения птицы в контролируемой газовой среде представлено в ООО «Белгранкорм» (в структуре холдинга также имеются предприятия, использующие традиционный способ оглушения птицы электрическим током).

Исследования, проведенные в условиях данного предприятия, позволили выявить различия в качественных характеристиках мяса птицы, полученной от убоя, с применением различных способов оглушения. Результаты представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Показатели качества мяса птицы

Показатели	Электрическое оглушение	Оглушение в контролируемой газовой среде
Нежность, г/мм	540,9	488,5
Потери влаги, %	1,54	1,15
Потери при термической обработке, %	20,9	20,8
Цвет филе, балл	2	1,9
Цвет печени, балл	2	2,2
Остаточное количество крови, %		
грудка	0	0
филе	0,5	0
бедро	0,6	0,1

Из данных таблицы 1 видны преимущества газового оглушения.

Процент переломов и кровоподтеков, вызванных навешиванием живой птицы, значительно снижается, повышая тем самым категорию тушек. Оглушение газовыми смесями и электрический способ оглушения по-разному влияют на качество мяса. Скорость свертывания крови ниже при оглушении газовой смесью в сравнении с электрическим оглушением. Печень у птицы, оглушенной в газовой среде, темнее, имеет больше красного и меньше желтого оттенка по сравнению с электрическим оглушением. Филе грудки, полученное от птиц, оглушенных газовой смесью, светлее, по сравнению с птицей, оглушенной электротоком.

Изменение значений pH мяса птицы при оглушении в контролируемой газовой среде и оглушении электрическим током приведено на рисунке 1.

На рисунке 1 отчетливо прослеживается снижение pH, но значение не достигает изоэлектрической точки белков, преимущественно мио-

фибрилярных. Следовательно, можно предположить, что увеличение pH мышечных тканей, будет способствовать увеличению их влагосвязывающей способности и выхода продукции.

Изменение pH в толще грудки тушек

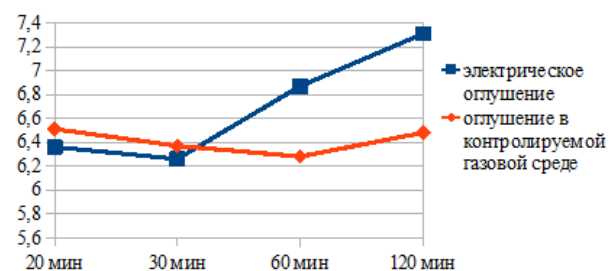


Рисунок 1. Изменение pH в толще грудки тушек

Целесообразность использования газового оглушения доказано анализом функционально-технологических свойств (рисунок 2), определенных по методам, описанным в литературе [5].

Результаты исследований также доказывают преимущество нового способа.

Расчеты показали, что газовое оглушение положительно влияет не только на качество мяса, но и достоверно приводит к увеличению его выхода более чем на 1 %.

Безусловно, приобретение и обслуживание системы оглушения птицы в контролируемой атмосфере – довольно затратное мероприятие, однако при ее внедрении российские переработчики смогут успешно конкурировать с ведущими зарубежными производителями.

Применение мировых инновационных технологий позволит обеспечить технологический прорыв и существенно повысить конкурентоспособность отечественного птицеводства.

ЛИТЕРАТУРА

1 Lambooij E., Gerritzen M.A., Engel B., Hillebrand S.J.W. et al. Behavioral responses during exposure of broiler chickens to different gas mixtures // Applied Animal Behavior Science. 1999. № 62. P. 255–265.

2 Антипова Л.В., Полянских С.В., Калачев А.А. Технология и оборудование птицеперерабатывающего производства. СПб.: ГИОРД, 2009. 512 с.

3 McKeegan E.F., McIntyre J., Demmers T.G.M., Wathes C.M. et al. Behavioral responses of broiler chickens during acute exposure to gaseous stimulation // Applied Animal Behavior Science. 2006. № 99. P. 271286.

4 Hoen T., Lankhaar J. Controlled atmosphere stunning of poultry // Poultry Science. 1998. № 78. P. 287289.

5 Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2001. 376 с.

REFERENCES

1 Lambooij E., Gerritzen M.A., Engel B., Hillebrand S.J.W. et al. Behavioral responses during exposure of broiler chickens to different gas mixtures. Applied Animal Behavior Science, 1999, no. 62, pp. 255–265.

2 Antipova L.V., Polianskikh S. V., Kalachev A.A. Tekhnologiya i oborudovanie pitsepererabatyvaiushchikh proizvodstv [Technology and equipment of poultry production]. Saint Petersburg, GIOR, 2009. 512 p. (In Russ.).

3 McKeegan E.F., McIntyre J., Demmers T.G.M., Wathes C.M. et al. Behavioral responses of broiler chickens during acute exposure to gaseous stimulation. Applied Animal Behavior Science, 2006, no. 99, pp. 271286.

4 Hoen T., Lankhaar J. Controlled atmosphere stunning of poultry. Poultry Science, 1998, no. 78, pp. 287289.

5 Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Metodu issledovaniia miasa i miasnykh produktov [Methods of research of meat and meat products]. Moscow, Kolos, 2001. 376 p. (In Russ.).

УДК 338.43:001

Профессор Н.С. Родионова, доцент Т.В. Алексеева
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра сервиса и ресторанного бизнеса.
тел. (473) 255-37-72
E-mail: zyablova@mail.ru

Professor N.S. Rodionova, associate Professor T.V. Alekseeva
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of service and restaurant business. phone. (473) 255-37-72
E-mail: zyablova@mail.ru

Современная теория и технология получения, обработки и применения продуктов комплексной переработки зародышей пшеницы

The modern theory and technology of production, processing and use of the products of complex processing of wheat germ

Реферат. Представлены данные способов получения и глубокой переработки зародышей пшеницы и их влияние на физико-химические свойства конечных продуктов. Выяснено, что для применения в пищевых технологиях предпочтительнее использовать методы холодного прессования зародышей пшеницы, при которых в продуктах переработки не присутствует остаточное количество растворителей и других не пищевых компонентов. Дана пищевая и биологическая характеристика зародышей пшеницы и продуктов их глубокой переработки, установлено, что в их состав входят витамин Е, А, D, витамины группы В, более 20 макро- и микроэлементов. Описаны способы получения растительных масел из различных видов низкомасличного сырья. Проанализированы функциональная роль баланса ω -6 и ω -3 жирных кислот для организма человека и способы поддержания баланса. Дан обзор состава растительных масел из низкомасличного сырья, проанализированы перспективы его применения для создания пищевых систем сбалансированного состава по ПНЖК. Установлено, что соотношение ω -6 и ω -3 жирных кислот в масле зародышей пшеницы не соответствует рекомендуемому, поэтому для установления необходимого баланса его предпочтительнее купажировать с маслами амаранта и тыквы. Систематизированы факторы, влияющие на показатели качества пшеничных зародышей при хранении, оценена роль ферментного комплекса в процессе хранения зародышей пшеницы и продуктов их глубокой переработки. Выяснено, что существенное влияние на порчу пшеничных зародышей оказывает сопряженное действие липазы, липоксигеназы и каталазы. Приведены способы хранения и стабилизации зародышей пшеницы, показана перспектива использования стабилизаторов с целью увеличения срока годности зародышей пшеницы. В качестве стабилизаторов предпочтение отдано композициям органических кислот: аскорбиновой, янтарной и фумаровой. Доказано, что композиции органических кислот подавляют активность липазы, липоксигеназы и каталазы пшеничных зародышей по неконкурентному типу ингибирования. Проведен обзор технологий применения зародышей пшеницы и продуктов их комплексной переработки в медицинской, косметической, комбикормовой и пищевой промышленности. Оценены потенциальные возможности применения зародышей пшеницы и продуктов их глубокой переработки в отрасли функционального и лечебно-профилактического питания.

Summary. The data and methods for the preparation of deep processing of wheat germ and their impact on the physical and chemical properties of the final products. It was found that for use in food technology is preferable to use a method is-cold-pressed wheat germ, under which the processed products do not present a residual amount of solvents and other non-food components. Given food and biological characteristics of wheat germ and products deep processing, it was found that they contain vitamin E, A, D, vitamin group B, more than 20 macro- and microelements. Methods of extracting oil from different types raw materials. Analyzed the functional role of the balance of ω -6 and ω -3 fatty acids for the human body and ways to maintain balance. A review of plant oils, the prospects of its use to create food systems balanced composition of fatty acids. It was found that the ratio of ω -6 and ω -3 fatty acids in wheat germ oil does not meet the recommended therefore to establish the necessary balance it is preferable to mix amaranth oil and pumpkin. Classified the factors affecting the quality parameters of wheat germ stored, evaluated the role of the enzyme complex during storage of wheat germ and their products deep processing. It was found that a significant effect on the damage of wheat germ has a dual action of lipase, lipoxigenase and catalase. Given the storage and stabilization of wheat germ, shows the potential use of stabilizers to increase the shelf life of wheat germ. As stabilizers, preference is given to compositions of organic acids: ascorbic, succinic and fumaric. It is proved that the composition of organic acids suppress the activity of lipase and lipoxigenase catalase by wheatgerm type noncompetitive inhibition. A review of the technologies used wheat germ and products of their complex processing in medical, cosmetic, feed and food industry. Evaluated the potential application of wheat germ and products deep processing industry of functional and therapeutic nutrition.

Ключевые слова: зародыши пшеницы и продукты их переработки, растительные масла, баланс ω -6 и ω -3 жирных кислот, окисление, технологии.

Key words: wheat germ and products of their processing, vegetable oil, balance ω -6 and ω -3 fatty acids, oxidation, technology.

В настоящее время выход зародышей пшеницы (ЗП) на заводах РФ составляет около 150 тысяч тонн в год. Несмотря на ценнейший состав ЗП, на мукомольных заводах их выделяют как побочный продукт из сортовой муки. Уникальный состав ЗП, несмотря на их низкую маслянисть (11-13 %), актуализирует их переработку на фракции с целью дальнейшего применения в различных отраслях [1].

Химический состав масла и жмыха из ЗП зависит от способа их получения. В настоящее время в практике производства растительных масел из ЗП существует два принципиально отличающихся друг от друга метода [2]: механический метод отжима масла в процессе прессования (статического или проходного); растворение масла в легколетучих растворителях в процессе экстрагирования.

В промышленных условиях, в зависимости от особенностей аппаратного оформления и целей дальнейшего применения масла, используются различные варианты этих методов. Продукты переработки ЗП методом прессования считаются более перспективными к применению в технологии пищевых продуктов, так как качество получаемого масла выше, чем экстракционного: оно не имеет постороннего запаха и вкуса, остающегося после растворителя, однако выход его составляет не более 2-5 % от массы исходного сырья [2].

По классификации растительных жиров, масло ЗП (МЗП) относится к макообразным высыхающим линолевым маслам. В состав МЗП входят ненасыщенные жирные кислоты (70-80 %), существенное количество в которых приходится на линолевую и линоленовую кислоты. По физиологическому воздействию на организм основной считается линолевая кислота, преобразующаяся в арахидоновую - существенный элемент липидного обмена в организме. Наличие в МЗП витаминов А и Е способствует этому процессу. Полиненасыщенные жирные кислоты оказывают благотворное влияние на функционирование пищеварительной, сердечно-сосудистой, эндокринной и нервной систем, ускоряют жировой обмен, очищают организм от шлаков и токсинов, способствуют укреплению иммунитета и поддержанию в норме гормонального баланса [1, 3].

Важной составляющей МЗП считается наличие ценного эссенциального компонента - поликозанол. Поликозанол представляет собой смесь высокомолекулярных алифатических спиртов с длинной цепи от 20 до 36 атомов углерода, основную часть которого составляет октакозанол, а также входят тетракозанол и гексакозанол. По разным сведениям в масле зародышей пшеницы содержится от

1,5 до 8,0 мг/100 г поликозанол. Механизм действия поликозанол основан на модуляции ГМГ-КоА-редуктазы, на поглощении желчных кислот и частичной утилизации молочной кислоты. Активные компоненты поликозанол замедляют выработку холестерина. Важно, что поликозанол оказывает исключительное воздействие на метаболизм холестерина липопротеинов низкой плотности (ЛПНП). В частности, поликозанол повышает рецепторзависимый процессинг ЛПНП путем повышения связывания ЛПНП со своим рецептором, улучшая транспортировку ЛПНП в клетки печени, значительно усиливая, таким образом, расщепление холестерина ЛПНП. Кроме снижения уровня ЛПНП, было установлено, что поликозанол повышает уровень липопротеинов высокой плотности (ЛПВП), защищает ЛПНП от разрушительного воздействия свободных радикалов и подавляет чрезмерную агрегацию тромбоцитов. Он препятствует развитию атеросклеротических нарушений, что важно для сердечно-сосудистой системы, улучшает восприимчивость тканей к инсулину, его можно применять для лечения пациентов с диабетом, пожилых пациентов, а также пациентов с нарушением функции или тяжелых поражений печени, без риска возникновения побочных эффектов. Этот компонент активно воздействует на пролиферацию мышечных клеток, стимулирует активное потребление кислорода тканями во время физических нагрузок, улучшает нервно-мышечные функции, сокращает время двигательной реакции, повышает физическую выносливость, увеличивает запасы гликогена в мышцах и снижает симптомы стрессов. Он эффективен при болях в мышцах после интенсивных физических упражнений или при пониженной выносливости, а также при мышечных дистрофиях и других нервно-мышечных заболеваниях [4].

МЗП содержит витамины А, D и аномально высокое количество витамина Е из известных растительных масел, причем преобладает (около 70 %) наиболее активная форма α -токоферол [3]. Содержание токоферолов в пищевых растительных маслах колеблется в интервале 5-50 мг/100 г, при этом в МЗП содержание достигает 150-450 мг/100 г. Содержание α -токоферола, наиболее активного компонента этой группы веществ в 8-10 раз больше, чем в распространенных пищевых растительных маслах. Этот витамин препятствует преждевременному старению организма человека и оказывает комплексное благотворное влияние на работу сердечно-сосудистой системы: снижает уровень холестерина в крови и препятствует образованию тромбов, укрепляет стенки крове-

носных сосудов и способствует нормализации артериального давления. Этот важный компонент способствует улучшению функционального состояния мышечной системы и играет особую роль в реализации репродуктивной функции человека (участвует в процессах сперматогенеза и эмбрионального развития, способствует поддержанию нормального гормонального баланса). Входящий в состав МЗП витамин D (содержание: 1-2 мг/100 г / 0,01 мг - суточная потребность организма и далее по тексту), улучшает усвоение организмом человека кальция и фосфора, необходимых для формирования и восстановления костной ткани, а также снижает риск развития дерматологических заболеваний. Необходимый для здоровья глаз, полноценного формирования костной ткани и зубной эмали, витамин А (1-3/1), принимает участие в процессах естественного синтеза фибриллярных белков кератина и коллагена (являющимися структурными компонентами кожи, волос и ногтей), нормализует секрецию сальных желез, регулирует содержание глюкозы в крови, а также играет важную роль при лечении эрозивно-язвенных повреждений слизистых оболочек внутренних и внешних органов [1, 3, 6].

Жмых зародышей пшеницы (ЖЗП), образующийся после извлечения методом холодного прессования из ЗП масла, содержит весь спектр биологически активных компонентов исходных ЗП. Следует отметить, что усвояемость этих компонентов в организме значительно выше, чем нативных ЗП, так как, в результате деформации сдвига, возникающей при высоких давлениях, в ЗП эти активные и биологически ценные фракции представлены в более доступной для организма форме. ЖЗП за счет технологического воздействия содержит меньшее количество влаги и жира. При отжиме масла из ЗП частицы отрубей остаются в жмыхе, за счет этого значения массовой доли пищевых волокон в жмыхе больше, чем в зародышах. Пищевые волокна, хотя не являются источником энергии и питательных веществ для организма, играют важнейшую роль в процессах пищеварения, служат источником питания для ферментов полезной кишечной микрофлоры, являются естественными пребиотиками и содержатся только в растительных тканях, поэтому наличие в пищевых продуктах с улучшенными свойствами пищевых волокон весьма актуально [1, 3, 6].

Основная масса углеводной и белковой фракции ЗП не уходит в масло вместе с липидной фракцией, поэтому массовая доля протеина и содержание углеводов в жмыхе выше, чем в исходных ЗП. До 48 % в жмыхе и зародышах приходится на углеводы. Основная

часть представлена сахарозой – 16-19 %, рафинозой – 4-7 %, фруктозой – 4-6 %, в небольшом количестве присутствуют другие сахара (манноза, мальтоза) – 7-10 %. В зародышах и жмыхе, по сравнению с другими растительными источниками, сосредоточено аномально высокое количество пентозанов – до 10 %, которые входят в состав широкого спектра рибонуклеиновых кислот, коферментов. Пентозаны оказывают благотворное влияние на восстановление детородной функции организма, усиливают функцию предстательной железы и положительно сказываются на развитии плода. Кроме того, пентозаны показаны для диетических продуктов питания [1, 3, 6].

По составу и пищевой ценности белок зародыша и жмыха из ЗП близки по своим свойствам с физиологически активными белками животного происхождения (белками сухого молока, куриных яиц, казеина). В белковой составляющей ЖЗП обнаружен широкий спектр аминокислот, значительная часть которых приходится на незаменимые.

В состав жмыха и зародышей пшеницы наряду органическими веществами входят и минеральные. Их содержание определяется по зольному остатку, всего обнаружен 21 элемент. В составе ЗП и ЖЗП много фосфора и кальция – макроэлементов, необходимых для стабильной работы мускулов, сердечной мышцы, нервной системы и костей. Фосфор (1310-1350/800-1000), и кальций (600-800/1000-1200) участвуют в обмене веществ, активируют деятельность витаминов группы В, входят в состав некоторых ферментов. Усвоению кальция способствует витамин D, регулирующий фосфорно-кальциевый обмен, витамин D также входит в состав ЗП и продуктов его комплексной переработки. Калий (500-1200/2500) оказывает существенное влияние на процесс внутриклеточного обмена веществ. При недостатке калия многие ферменты просто не могут осуществлять свои функции. При отсутствии этого микроэлемента у человека нарушается проводимость нервных импульсов, развиваются отеки тканей, растет вероятность отклонений в работе сердечно-сосудистой системы. Данный элемент необходим для нормальной деятельности мышечной системы организма, включая мышцы сердца. Важно наличие железа и цинка, необходимых для образования и поддержания баланса эритроцитов, разносящих кислород из легких ко всем тканям организма. Железо (7-11/10-18) усиливает защитные функции иммунной системы, защищает слизистые поверхности органов, оказывает благотворное влияние на работу печени и желудка. Цинк (17-25/12) усиливает остроту

зрения, снижает накопление в организме меди, кадмия, свинца. Цинк участвует в синтезе инсулина и пищеварительных ферментов. Одной из важнейших функций цинка является его активное участие в функционировании половой и репродуктивной системы (этот компонент масла способствует улучшению потенции, а также в значительной степени влияет на процесс сперматогенеза и эмбрионального развития). Кроме того, достаточное содержание в организме цинка необходимо для полноценного развития и функционирования мозга и опорно-двигательного аппарата.

Заслуживает внимание содержание таких микроэлементов, как магний и калий. Магний (30-40/400), как и цинк, принимает участие в выработке организмом инсулина, а кроме того, регулирует деятельность нервной, мышечной, сердечно-сосудистой и мочевыводящей систем. Наличие меди регулирует всасывание железа в организме, процессы кроветворения, предотвращает или снижает аллергические реакции. Этот микроэлемент регулирует углеводный обмен, синтез холестерина, а также процесс образования хрящей, что положительно влияет на состояние костной ткани.

Особенно ценно наличие в ЖЗП селена (0,01-0,02/0,05-0,07), который (так же, как и витамин Е) является одним из важнейших компонентов антиоксидантной защиты организма от свободных радикалов. Селен входит в состав глутатионпероксидазы – фермента, обезвреживающего агрессивные свободные радикалы, предотвращает некроз (отмирание клеток) различных органов, оказывает благотворное влияние на половую потенцию, защищает сперматозоиды и усиливает их подвижность [3, 5-6].

Остаточное количество масла в ЖЗП в зависимости от качества исходного сырья и условий прессования находится на уровне 6-9 %. Остаточная масличность значительно усиливает питательность жмыха и повышает его сбалансированность как пищевого продукта. В процессе технологической обработки ЗП около 40-50 % жирорастворимых витаминов отделяется с липидной фракцией. Витамины группы В, практически в полном составе входят в ЖЗП и существенно обогащают продукты переработки ЗП.

Витамин В₁ (2,8-3,2/1,5) оказывает существенное влияние на процессы обмена веществ, он необходим в биохимических реакциях с участием углеводов, сопровождающихся выделением энергии. С возрастом человеческому организму требуется более значительное количество витамина В₁, регулирующего процессы преобразования углеводов в энергию.

Витамин В₂ (0,5-0,6/1,8) принимает участие в биохимических процессах расщепления белков и образования ферментов, отвечающих за перенос кислорода в ткани и органы организма. Этот витамин способствует более эффективному использованию организмом витамина В₆. Рибофлавин оказывает положительное влияние на кожу и волосы. Витамин В₃ (15-16/5) принимает участие в окислительно-восстановительных процессах, оказывает положительное влияние на обмен жиров входит в состав ряда ферментов, снижает содержание холестерина в крови, обладает сосудорасширяющим действием, усиливает иммунитет организма. Способствует выздоровлению при заболеваниях нервной системы, желудочно-кишечного тракта, гепатитах, атеросклерозе. Ускоряет заживление ран. Ниацин совместно с витаминами В₂ и В₆ принимает участие в процессах образования энергии, кроме того оказывает благотворное влияние на состояние кожи, укрепляет волосы и ресницы, защищает организм от анемии и снижает уровень холестерина крови. Витамин В₅ (8-9/20) принимает участие в процессах обмена веществ, оказывает положительное влияние при лечении заболеваний нервной системы, желудка и двенадцатиперстной кишки, ожогов. Оказывает существенное влияние на продолжительность жизни. Недостаток пантотеновой кислоты в организме приводит к нарушению обмена веществ. Этот витамин способствует образованию половых гормонов и благотворно влияет на нормальную работу почек. Витамин В₆ (1,0-1,2/2,0) участвует в процессах обмена веществ, предупреждает нервные заболевания, атеросклероз, болезни печени и желудочно-кишечного тракта, снижает последствия лучевой болезни. Этот витамин защищает от анемии, предупреждает токсикозы у беременных. В₉ (0,5-2,0/0,4) принимает участие в процессах синтеза широкого спектра биологически активных веществ и в процессах кроветворения совместно с витамином В₁₂. Фолиевая кислота участвует в образовании новых клеток, оказывает положительное влияние на нормальное развитие плода и новорожденных. Фолиевая кислота принимает участие в синтезе белка, в котором нуждаются дети, особенно в период быстрого роста. Этот витамин способствует воспроизводству ДНК, необходим для образования и функционирования эритроцитов и применяется при лечении малокровия.

Таким образом, ЖЗП с остаточным содержанием масла до 9 %, полученный методом холодного прессования, не содержит посторонних примесей, является природным про-

дуктом, обладает уникальным химическим составом и представляет высокую ценность для организма. Что позволяет разработать ассортимент продуктов с широкими терапевтическими свойствами, создать рационы, корректирующие гомеостаз организма благодаря содержанию ω -3 и ω -6 кислот, эссенциальных компонентов - сквалена, пентозанов, эргостерола, ретинола, токоферола, поликозанола, витаминов группы В, железа, цинка, марганца, кальция, фосфора и селена.

Одним из этапов в преобразовании традиционного сырья в продукт с повышенной биологической эффективностью является изменение состава жировой фазы путем подбора сбалансированной по количеству и соотношению ПНЖК жировой основы. Сейчас широкими темпами ведутся работы по купажированию растительных масел с целью разработки продуктов, предназначенных для функционального питания здорового человека [2-3].

Положительное обширное воздействие на человека ω -6 и ω -3 кислот подтверждено многочисленными наблюдениями и исследованиями. Организм использует способности ненасыщенных связей ω -6 и ω -3 кислот при синтезе важных регуляторных веществ, что делает ω -6 и ω -3 кислоты незаменимыми компонентами пищи [2-3]. Согласно норм физиологических потребностей для различных групп населения РФ и методических рекомендаций уровней потребления пищевых и биологически активных веществ, введен рекомендуемый уровень адекватного потребления ω -6 и ω -3 жирных кислот для взрослых, составляющий соответственно 5-10 г/сутки и 0,8-1,5 г/сутки при соотношении ω -6 к ω -3 5-10:1 [2].

В организме человека ω -3 жирные кислоты выполняют биорегуляторную функцию, являются составляющими гормоноподобных веществ - эйкозаноидов, которые регулируют многочисленные биохимические процессы в клетках и тканях. Омега-3 кислоты входят в состав мембран клеток головного мозга, кровеносных сосудов, сердца, сетчатки глаза и сперматозоидов. Они накапливаются в жировой ткани, хотя они откладываются в гораздо меньшей степени, чем насыщенные жиры и способствуют удалению отложенных жиров. Энергетическая функция заключается в том, что жиры являются основным поставщиком энергии организма. Омега-3 уменьшают свертываемость крови за счет снижения агрегации тромбоцитов, сокращают риск тромбообразования и увеличивают приток кислорода к тканям. Они снижают общее содержание холестерина в крови, повышают содержание липопротеидов высокой плотности и снижают фрак-

цию липопротеидов низкой плотности. За счет эйкозаноидов ω -3 жирные кислоты расширяют кровеносные сосуды, увеличивая приток крови к клеткам и органам, снижая артериальную гипертензию. За счет содержания ω -3 кислот в мембранах клеток мышцы сердца, они способствуют более эффективной работе сердца, снижают риск возникновения аритмии, инфаркта миокарда, ишемической болезни сердца, атеросклероза и инсульта. Входя в состав мембран нервных клеток и участвуя в обмене веществ нервной системы, ω -3 жирные кислоты способствуют более эффективному проведению нервного импульса, способствуя нормальной работе головного мозга и нервной системы в целом. Регулируют обмен серотонина - «гормона хорошего настроения», снижая риск возникновения депрессии.

Эйкозаноиды считаются сильнейшими регуляторами иммунного статуса. Они оказывают иммуномодулирующее действие - повышают адекватность реагирования иммунной системы на различные факторы, тем самым снижая риск возникновения аутоиммунных (системная красная волчанка, ревматоидный артрит) и аллергических заболеваний (бронхиальная астма, полиноз). Эйкозаноиды оказывают положительное влияние на пищеварительную систему человека. Принимают участие в регуляции секреции пищеварительной системы, оказывают противовоспалительную активность, обладают желчегонными свойствами. Включение в рацион питания источников ω -3 жирных кислот способствует повышению аппетита, уменьшению кахексии и улучшению качества жизни.

В экспериментах *in vivo* отмечено, что ω -3 кислоты замедляют рост опухолей легких, толстого кишечника, молочной железы и простаты. Включение в диету ω -3 жирных кислот повышает эффективность лучевой терапии и химиотерапии с использованием доксорубицина, эпирубицина, 5-фторурацила, митомицина С, арабинозилцитозина.

Омега-6 жирные кислоты также обладают массой полезных свойств, их производные усиливают регенерацию тканей, что благоприятно сказывается на состоянии кожи, волос, а также работы внутренних органов; являются важнейшими регуляторами иммунного статуса; снижают холестерин крови, уменьшая риск возникновения атеросклероза; входят в состав мембран клеток. Все эти ценные свойства в полной мере раскрываются только тогда, когда соблюдается правильное соотношение ω -6 и ω -3 кислот. Известно, что в рационе большинства современных людей соотношение ω -6 к

ω -3 составляет 20-30:1. Из-за избыточного потребления ω -6 жирных кислот в организме повышается свертываемость и вязкость крови, и, как следствие, возникает риск тромбообразования и развития инфаркта миокарда и инсульта; возрастает продукция сосудосуживающих факторов и повышается риск возникновения артериальной гипертензии; нарушается работа иммунной системы, что повышает риск воспалительных, аллергических и онкологических заболеваний. Из-за избыточного потребления жирных кислот в организме понижается свертываемость крови, что ведет к длительным кровотечениям даже от незначительных травм, возникают гемартрозы (кровотечения в суставах), развивается гипотония (чрезмерно низкое артериальное давление). Таким образом, наличие определенного количества ω -6 и ω -3 жирных кислот в рационе питания в рекомендуемом соотношении крайне важно для здоровья.

Анализ жирнокислотного состава масла ЖП показывает, что незаменимых ПНЖК в нем содержится около 60 % от их общего количества. При этом соотношение ω -6 к ω -3 находится в пределах 3:1, количество кислот семейства ω -6 значительно ниже рекомендуемого [2-3]. С точки зрения восстановления баланса жирнокислотного состава ЖЗП по ω -6/ ω -3 (5-10:1) интерес представляют масла семян амаранта и тыквы. Анализ жирнокислотного состава амарантового и тыквенного масел показал, что ни одно из них не удовлетворяет необходимому соотношению ω -6: ω -3 и составляют 50:1 и 3:1, соответственно. Однако при введении масел тыквы и амаранта в ЖЗП можно получить продукт, сбалансированный по составу ПНЖК. Кроме того, масла амаранта и тыквы обладают ценным химическим составом [2, 3, 6].

Самым редким компонентом в масле амаранта является сквален (8-10 %). С точки зрения биохимии и физиологии это природный ненасыщенный углеводород, которому не хватает 12 атомов водорода для достижения стабильного состояния, которые он притягивает из любого доступного ему источника. Известно, что в организме человека наиболее распространенным источником атомов водорода считается вода, сквален с легкостью вступает с ней во взаимодействие, при этом высвобождается кислород, который насыщает органы и ткани. На организм человека он оказывает антиканцерогенное, антимикробное и фунгицидное воздействие, давно известно, что недостаток кислорода и, как следствие, окислительные повреждения клеток являются основными виновниками старения человека, а также причиной онкологических заболеваний. В организме

этот компонент омолаживает клетки и замедляет процесс роста и развития злокачественных опухолей. Содержащийся в амарантовом масле сквален, активно способствует насыщению органов и тканей кислородом, оказывает мощное противоопухолевое и антиканцерогенное действие, а также в значительной мере повышает устойчивость человеческого организма к различным вирусным, грибковым, бактериальным инфекциям и к воздействию вредного радиоактивного излучения. Масло амаранта широко применяется в радиационной терапии. Кроме того, он оказывает сильнейшее ранозаживляющее воздействие на организм и применяется при лечении заболеваний кожи (псориаза, экзем, ожогов и трофических язв).

Противовоспалительные, бактерицидные, противоопухолевые и иммуностимулирующие свойства амарантового масла также в значительной степени обусловлены высоким содержанием в составе масла амаранта фитостеролов, способствующих снижению содержания в крови холестерина, предупреждающих развитие сахарного диабета и играющих важную роль в синтезе организмом человека витамина D, гормонов и желчных кислот [2-3, 6].

В значительном количестве в состав масел амаранта и тыквы входят витамины А, Е, D и группы В, о положительном действии которых на организм сказано выше.

Комплекс содержащихся в масле тыквы редких витаминов Т и К необходим для слаженной работы мочевыделительной и пищеварительной системы, а также для нормальной свертываемости крови и эффективного усвоения кальция костной тканью. Витамин Т (карнитин), способствующий ускорению обменных процессов в организме, низкомолекулярное, азотосодержащее вещество, обладающее свойствами витаминов группы В, другое название витамин B₁₁ или витамин О. Карнитин осуществляет транспорт молекул жира в крови и доставку их внутрь клетки для окисления и получения энергии, сжигает жиры в организме. Он способствует более быстрой переработке пищи, это дает возможность предупреждать развитие ожирения. Масло тыквы содержит в своем составе большое количество хлорофилла, обладающего бактерицидными и ранозаживляющими свойствами. Масла амаранта и тыквы содержат более 50 макро- и микроэлементов, лидирующие позиции занимают цинк, магний, кальций, фосфор, железо и селен, о благотворном влиянии которых на организм уже сообщалось ранее.

Анализ жирнокислотного состава масел амаранта, тыквы и масла зародышей пшеницы

показывает перспективность их соединения с точки зрения проектирования пищевых систем, оптимизированных по соотношению ω -6 и ω -3 кислот. Также представляет интерес и тот факт, что при этом возможно дополнительное обогащение пищевых систем витаминами, макро- и микроэлементами, эссенциальными веществами.

Однако широкое промышленное применение ЗП ограничивается низкой стабильностью их качества при хранении и в связи с этим незначительным сроком годности. При хранении на качественные показатели ЗП влияют различные факторы. Например, существенным фактором, оказывающим влияние на порчу ЗП в процессе хранения, считается влажность. Чем влажность больше, тем интенсивнее в последующем происходят процессы их слеживания, прогоркания и плесневения. При хранении ЗП установлено, что их кислотность растет более интенсивно при более высоком показателе влажности, за месяц значение кислотного числа в зародышах с влажностью 12 % возрастает с 5-6 до 11-12 град., а при возрастании влажности до 15,0 % за тот же период оно достигает значения 15-16 град. и выше [1, 3, 6].

Серьезными причинами, влияющими на качество ЗП при хранении, считаются относительная влажность воздуха и температура в хранилище. Влагообмен между ЗП и окружающим воздухом идет в двух направлениях: передача влаги от ЗП окружающему воздуху – процесс десорбции, и увлажнение ЗП за счет поглощения влаги из воздуха – процесс сорбции. При колебаниях относительной влажности воздуха от 35-40 % до 95-100 % равновесная влажность ЗП растет от 12-14 % до 19-21 %, то есть ЗП обладают довольно высокой гигроскопичностью, что было установлено исследованиями при участии автора [1, 6].

Колебания температуры окружающей среды также влияют на гигроскопические свойства ЗП: с ростом температуры воздуха уменьшается относительная влажность окружающей среды, и равновесная влажность ЗП соответственно снижается. Исследователями установлено, что при относительной влажности воздуха 90 % с ростом температуры от 5 °С до 25 °С равновесная влажность ЗП снижается с 30 до 24-25 % соответственно [1, 6].

На порчу ЗП в процессе хранения существенное влияние оказывает микрофлора, количественный и качественный состав которой зависит в первую очередь от влажности исходных зародышей. При влажности ЗП 12-13 % за месяц хранения обсемененность микроорганизмами в условиях холодильника практически не изменяется. При увеличении влажности

ЗП до 16 % происходит незначительный рост обсемененности микроорганизмами, а начиная со значений влажности 17 % обсемененность возрастает в 2-3 раза [1, 6].

Итак, температуру и относительную влажность окружающего воздуха в процессе хранения, а также равновесную влажность самих ЗП можно считать взаимосвязанными факторами, влияющими на качественные показатели ЗП при хранении. Правильный подбор и регулирование режимов хранения дают возможность целенаправленно влиять на качественные показатели и срок годности ЗП.

Наличие в ЗП слаженной ферментной системы (липазы, липоксигеназы, каталазы) оказывает значительное влияние на их качественные показатели при хранении и тем самым осложняет их промышленное применение в больших масштабах. Липаза, липоксигеназа и каталаза ЗП регулируют и ускоряют процессы перекисного окисления липидов, образующиеся в результате этих процессов вещества оказывают пагубное влияние на качество ЗП при хранении [1, 6].

В настоящий момент накопился большой опыт в применении ЗП и продуктов их комплексной переработки в широком спектре областей, нацеленном на удовлетворение потребностей людей и животных. В России у истоков развития направления переработки ЗП стояли В.А. Морозов, А.Б. Вишняков, В.Н. Власов [1]. Разработанная А. Б. Вишняковым с коллегами технология выделения масла из ЗП, позволила получить продукты комплексной переработки ЗП высокого качества, без потери их натуральных свойств. Первые опытно-промышленные установки заработали на базе ОАО «Болшевохлебопродукт» с участием Б.И. Пикуса, В.Н. Жалнина, А.С. Спесивцева [1, 6]. В настоящее время промышленные установки успешно работают в компаниях «СибТар», «Сибтурн-В», «Тонекс» и др. при поддержке А.В. Интересова, А.Б. Вишнякова, С.А. Грибовского, В. Н. Федосеева [1, 6].

Многие ученые, исследователи и врачи подтвердили высокую эффективность применения масла (МЗП) и жмыха зародышей пшеницы (ЖЗП) в медицинских целях. Л.К. Дудникова и другие проводили исследования о снижении последствий диабета на организм человека. Установлено, что больные в возрасте 40-60 лет, принимавшие МЗП, все отметили улучшение общего самочувствия и зрения в частности, которое продолжало улучшаться в дальнейшем даже после прекращения приема масла. В Челябинском городском липидном центре под руководством Л. М. Яшина проводились исследования по изучению воздействия МЗП на пока-

затели липидного спектра у пациентов с гипертонической болезнью и ишемической болезнью сердца. В результате было выяснено, что МЗП является эффективным средством для лечения атеросклероза и повышения уровней антипатогенных фракций липидов: холестерина липопротеидов высокой плотности.

В Московском городском НИИ скорой помощи им. Склифосовского Н.В. в ожоговом центре клинические испытания и широкое применение МЗП для лечения ожогов показали его ярко выраженное противовоспалительное и ранозаживляющее действие. Результаты исследований И.Е. Трубициной в Центральном НИИ гастроэнтерологии (г. Москва) по изучению влияния МЗП на желудочно-кишечный тракт показали, что применение даже одного масла примерно вдвое сокращает время заживления язвы. Применение МЗП в комплексе с другими средствами существенно улучшало общее состояние больных и ускоряло процесс лечения язвенной болезни [1, 6].

Серия экспериментальных исследований по эндоэкологической реабилитации была выполнена в Новосибирском государственном медицинском университете под руководством Л.А. Шпагиной. Ученые отмечают, что биологически активные вещества МЗП и ЖЗП интенсифицируют способность организма применять личные резервы в противостоянии негативному воздействию окружающей среды.

Исследования, проведенные в больницах г. Новосибирска, показали, что применение МЗП и ЖЗП в качестве добавки к пище заметно улучшало показатели обмена веществ, усиливало защитные функции организма при хронических отравлениях органическими растворителями. При этом пропадала «наркотическая» зависимость от паров растворителей. При лечении вибрационной болезни в ее распространении значительную роль выполняет «окислительный стресс», который обусловлен воздействием свободных радикалов, а также дисбалансом в организме витаминов и микроэлементов. Ученые Новосибирского государственного медицинского университета успешно испытали метод лечения вибрационной болезни с помощью МЗП и ЖЗП, которые обладают способностью бороться с окислительным влиянием свободных радикалов и значительно усиливают защитные возможности организма.

Значительные результаты были получены исследователями Новосибирского государственного медицинского университета по применению МЗП в физиотерапии при лечении воспалений сухожилий, остеохондрозов, артрозов, переломов трубчатых костей, язвенной бо-

лезни желудка, хронического насморка. МЗП при нанесении на кожу способствует заживлению ран, предохраняет кожу от ожогов, стимулирует лечение воспалительных процессов. При массаже МЗП выгодно отличается от кремов и других масел благодаря высокому содержанию эссенциальных веществ и биологически активных соединений, что позволяет в короткие сроки снизить болевые синдромы, невралгии, миозиты, последствия травм. Также в Новосибирском государственном медицинском университете изучалось применение продуктов комплексной переработки ЗП в венерологии. В аспекте данного вопроса учеными отмечалось, что в развитии венерических заболеваний большую роль играют процессы перекисного окисления липидов, что приводит к истощению антиоксидантных систем организма и дальнейшему снижению защитных функций иммунной системы. Исследованиями установлено, что включение ЖЗП и МЗП в традиционную схему на 20 % повышало эффективность лечения, значительно облегчая течение болезни и реакцию организма на побочное действие лекарств.

Ученые Новосибирского государственного медицинского университета отмечают положительное влияние препаратов из ЗП при лечении и профилактике заболеваний сердечно-сосудистой и эндокринной системы, желудочно-кишечного тракта, патологиях опорно-двигательного аппарата, нарушениях липидного обмена и других болезнях, развитие которых связано с эндотоксикозом и «окислительным» стрессом. Также замечена положительная динамика при лечении хронических болезней легких (бронхиальная астма, эмфизема, хронический бронхит), встречающихся довольно часто, входящих в число основных причин нетрудоспособности, инвалидности и занимающих существенное место среди причин, приводящих к преждевременной смерти. Перечисленные заболевания обусловлены общим снижением резистентности организма, вызванным, в некоторой степени, ухудшением состояния окружающей среды. Ясно, что нативные витаминно-минеральные комплексы, обладающие антиоксидантным действием, способны значительно усилить сопротивляемость организма к негативному влиянию окружающей среды. Поэтому применение в лечебном питании продуктов комплексной переработки ЗП существенно укрепляют иммунную систему человека, увеличивают сопротивляемость организма болезням, облегчают лечение и ускоряют выздоровление.

Продукты комплексной переработки ЗП широко применяются в сельском хозяйстве и

кормопроизводстве. Ученые НИИ пчеловодства Россельхозакадемии успешно испытали ЖЗП в качестве заменителя цветочной пыльцы для пчел и установили, что данная замена поддерживает зимой здоровье пчелиных семей на высоком уровне и обеспечивает большой выход меда в летний период [1, 6].

Всероссийским НИИ прудового рыбного хозяйства под руководством Е. А. Гамыгина проводились исследования по применению ЗП и ЖЗП в кормах для рыб. Экспериментальные исследования показали, что замена 30-40 % рыбной муки в комбикормах на ЗП и ЖЗП увеличивался прирост массы личинок на 22 % и на 70 % их выживаемость. Рыба при употреблении кормов с ЗП и ЖЗП, характеризуется высокой активностью и силой. Цена комбикормов с включением ЖЗП в два раза ниже зарубежных аналогов. Важно, что качественные показатели мяса форели, выращенной на кормах с 50 % включением ЖЗП, значительно выше, чем у форели, выращенной на традиционных комбикормах [1, 6].

Испытания, проведенные в Центре служебного собаководства Новосибирской области, установили, что внесение в корм собакам 20-35 % ЖЗП оказывало явное положительное воздействие на общее физическое состояния животных. Шерсть собак становилась более густой и блестящей, усиливалась активность животных, они быстрее адаптировались к резким изменениям температуры. Существенно сократился падеж молодняка при различных заболеваниях [1, 6].

Широкомасштабный эксперимент по применению ЖЗП в кормлении пушных зверей проводился в Московской области на базе компании «Племзавод Родники» под руководством А.П. Нюхалова и на базе компании «Пушкинский зверосовхоз» (Московская обл.) под руководством Н.И. Кудиной. Введение ЖЗП способствовало улучшению показателей воспроизводства пушных зверей и оказывало благотворное влияние на качество меха и скорость роста животных. Более 200 тысяч зверей: норка, лисица, хорь, соболь, песец вместе с обычным кормом получали ЖЗП. Введение ЖЗП улучшало консистенцию и поедаемость кормов, также наблюдался существенный рост воспроизводства самок [1, 6].

Из наблюдений ученых Западно-Сибирской зональной опытной станции по птицеводству под руководством В. М. Давыдова следует, что при включении в рацион мясных цыплят ЖЗП в количестве 3-7 % наблюдался более высокий рост мышечной массы, увеличивалась жизнеспособность цып-

лят, на 18-23 % увеличивалась эффективность использования корма [1, 5, 6]. Результаты опытных испытаний на базе ЗАО «Ногинская птицефабрика» Московской области подтвердили высокую эффективность применения ЖЗП при кормлении кур-несушек. При внесении в основной рацион кур-несушек 3-5 % муки ЖЗП в опытных партиях отмечался рост валового сбора яиц и жизнеспособность птицы была выше, чем в контрольной партии [1, 6].

Очевидна эффективность использования муки ЖЗП при кормлении крупного рогатого скота и свиней. Применение этой кормовой добавки позволило сократить срок выращивания свиней, отмечалось положительное влияние на показатели молочности свиноматок и резистентности поросят. Из опыта сельскохозяйственных предприятий СПК Племзавод «Стародворский» (Владимирская область) и колхоза им. Фрунзе Белгородской области следует, что при применении муки ЖЗП в рационах телят-молочников наблюдалось увеличение среднесуточных привесов, а у сухостойных и новотельных коров добавка способствовала нормализации обменных процессов, повышению естественной резистентности и повышению молочной продуктивности. Несомненна ценность МЗП и муки ЖЗП также и для интенсивного откорма деликатесных животных – «рождественских индеек», «банкетных телят» и др., что позволяет избежать специфического запаха, появляющегося при использовании рыбной муки, и неоправданных расходов при их откорме дорогими кормами.

В парфюмерно-косметической промышленности МЗП вносят в рецептуры кремов, шампуней, кондиционеров и лосьонов. МЗП нормализует водно-липидный обмен в коже, способствует усилению ее упругости, оно широко используется фирмой «Садко» (г. Москва) при участии Деменко В.И. для приготовления серии косметических продуктов «Дивокосметика» (косметического молочка и сливок, бальзамов и кремов). Особенно полезно МЗП для кожи мужчин, в организме которых содержание витамина Е в три раза ниже, чем у женщин. Поэтому МЗП направленно вносится в «крем после бритья» и другие мужские кремы. Применяется МЗП и другими, в том числе зарубежными фирмами, для приготовления косметической продукции, в частности шампуней-кондиционеров, интенсивно защищающих волосы и придающих им блеск. Присутствующие в МЗП каротин и витамин Е, не только придают шампуням определенную вязкость, но и оказывают положительное влияние на их кондиционирующие свойства [1, 5, 6].

Продукты комплексной переработки ЗП применяются и в пищевой промышленности. Они обладают идеальными технологическими свойствами: желтоватого цвета, с приятным тонким вкусом и запахом, обладает хорошей водосвязывающей способностью, что открывает широкие возможности для их введения в любые пищевые системы [5-8]. ЖЗП применяют для замены части сахара и обогащения кондитерских изделий. Конфеты, в состав которых входил ЖЗП, созданные на фабриках «Красный Октябрь» и «Рот-Фронт» (г. Москва), прошли положительную апробацию и дегустацию. В Государственном НИИ хлебопекарной промышленности велись разработки по использованию продуктов комплексной переработки ЗП в рецептурах различных изделий. В хлебобулочной промышленности мука ЖЗП оказалась весьма полезной не только для витаминизации мучных кондитерских изделий, но и для замедления процесса черствения хлеба и придания ему приятного вкуса и аромата. Применение ЖЗП возможно в рецептурах легкоусвояемых пряников, печенья, различных лепешек, вафель как для здоровых людей, занимающихся физкультурой и спортом, так и для больных сахарным диабетом, сердечно-сосудистыми заболеваниями, почечными патологиями, или для поддержки больных в послеоперационный период. Из муки ЖЗП также выпускают сладкие, соленые, перченые, ароматизированные крекеры, хрустящие палочки.

Во Всероссийском НИИ зерна и продуктов его переработки под руководством Грузинова Е.В. разработаны рецептуры, в которых ЖЗП пригодна для витаминизации и замены животной белковой составляющей в майонезах, сырах, колбасах и других продуктах.

Фракции глубокой переработки отечественного низкомасличного сырья (в частно-

сти ЗП и продукты их комплексной переработки) в настоящее время применяются недостаточно широко в пищевых технологиях, что в основном связано с низкой стабильностью их качества при хранении. Хотя они незаменимы в качестве витаминизированной пищи для людей, работающих в экстремальных условиях и в зоне вредных производств, а также для спортсменов и туристов. Масло и жмых ЗП необходимы для пожилых людей и больных заболеваниями желудочно-кишечного тракта, кожи, гипертонией, аллергическими реакциями. Также они показаны людям с нагрузками, связанными с профессиональной умственной деятельностью. Поэтому актуальным и перспективным является привлечение продуктов комплексной переработки ЗП при условии успешной стабилизации их показателей качества при хранении, а также при условии оптимизации баланса ненасыщенных жирных кислот в пищевое промышленное производство. Разработка новых рецептур и технологий с их применением позволит значительно улучшить структуру питания населения, а учитывая невысокую стоимость сырья, сделать функциональные продукты доступными для широких социально незащищенных слоев населения. Это согласуется с Основами государственной политики РФ в области здорового питания населения и Комплексной программой развития биотехнологий в РФ на период до 2020 года, в которых приоритетным признано развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, продуктов функционального назначения, лечебных и профилактических пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище, создание биотехнологий глубокой переработки пищевого сырья и широкое применение вторичных сырьевых ресурсов в пищевой промышленности [9-13].

ЛИТЕРАТУРА

1 Зародыш пшеницы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://miragro.com/zarodysh-zhizni-vitazar.html>. (2 сентября 2014 г.)

2 Тихонов В.П., Вишняков А.Б., Тырсин Ю.А. Разработка методов получения растительных масел из низкомасличного сырья и их применение // Хранение и переработка сельхозсырья. 2011. № 3. С. 21-25.

3 Родионова Н.С., Алексеева Т.В., Попова Н.Н. Разработка растительной комплексной пищевой системы на основе продуктов переработки зародышей пшеницы сбалансированного жирнокислотного состава // Фундаментальные исследования. 2013. № 11. Ч. 8. С. 1594-1597.

4 Алексеева Т.В., Родионов А.А. Управление качеством пищевых систем на основе жмыха зародышей пшеницы // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2013. № 5. С. 30-33.

5 Noa M., Herrera M., Magrancr J. Effect of policosanol on isoprenaline-induced myocardial necrosis in rats // Journ. Pharm. Pharmacol. 2012. V. 46. P. 282-285.

6 Родионова Н.С., Алексеева Т.В., Корстин М.И. Формирование функциональной направленности рационов для организованного питания // Сервис в России и за рубежом. 2013. № 5. С. 38-47.

7 Комплексная переработка зародышей зерна пшеницы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fadr.msu.ru/fadrnews/messages/1493.html>. (16 июня 2014 г.)

8 Антипова Л.В., Успенская М.Е. и др. Проектирование индивидуализированных рационов питания студентов на основе комплексного анализа компонентного состава тела и пищевого статуса // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012. № 1. С. 119-125.

9 Alekseeva T., Mageramova Z., Malikova T., Zyablov M. Development of Formulations Enriched Meat Products in Applying the Secondary Fractions of Grain Processing // Journal of EcoAgriTourism. 2014. № 2. V. 10. P. 49-52.

10 Alekseeva T., Kalgina Y., Vesnina A., Zyablov M. Development of Compounding Enriched Flour Confectionery with Application of Products of Deep Processing of Grain // Journal of EcoAgriTourism. 2014. № 2. V. 10. P. 53-56.

11. Богомолова И.П., Кривенко Е.И., Родионова Н. С., Алексеева Т.В. Развитие предприятий на основе внедрения инновационных технологий // Вестник ВГУИТ. 2012. № 3. С. 198-200.

12 Родионова Н.С., Алексеева Т.В., Соколова О.А. Разработка рецептур смесей для панировки мясных и рыбных полуфабрикатов // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 7. С. 88-89.

13 Алексеева Т.В. Перспективы применения жмыха зародышей пшеницы в рецептурах творожно-растительных кулинарных изделий // Фундаментальные исследования. 2013. № 10. С. 253-256.

REFERENCES

1 Zarodysh pshenitsy [Wheat germ]. Available at: <http://miragro.com/zarodysh-zhizni-vitazar.html> (Accessed 2 September 2014). (In Russ.).

2. Tikhonov V.P., Vishniakov A.B., Iu.A. Tyrsin Development of methods for the production of vegetable oils from oils raw materials and their application. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyra*. [Storage and processing of agricultural raw materials], 2011, no. 3, pp. 21-25. (In Russ.).

3 Rodionova N.S., Alekseeva T.V., Popova N.N. Development of plant complex food systems based on processed products of wheat germ balanced fatty acid composition. *Fundamental'nye issledovaniia*. [Basic Research], 2013, no. 11, part. 8, pp. 1594-1597. (In Russ.).

4 Alekseeva T.V., Rodionov A.A. Food quality management systems based on wheat germ meal. *Ekonomika. Innovatsii. Upravlenie kachestvom*. [Economy. Innovation. Quality management], 2013, no. 5, pp. 30-33. (In Russ.).

5 Noa M., Herrera M., Magrancr J. Effect of policosanol on isoprenaline-induced myocardial necrosis in rats. *Journ. Pharm. Pharmacol*, 2012, vol. 46, pp. 282-285.

6 Rodionova N.S., Alekseeva T.V., Korystin M.I. Formation of functional orientation for organized food rations. *Servis v Rossi i za rubezhom*. [Service in Russia and abroad], 2013, no. 5, pp. 38-47. (In Russ.).

7 Kompleksnaia pererabotka zarodyshei zerna pshenitsy [Complex processing of wheat germ]. Available at: <http://www.fadr.msu.ru/fadrnews/messages/1493.html> (Accessed 16 June 2014). (In Russ.).

8 Antipova L.V., Uspenskaia M.E. et al Design individualized diets student, based on a comprehensive analysis of com-component body composition and nutritional status. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovani*. [International journal Applied and fundamental research], 2012, no. 1, pp. 119-125. (In Russ.).

9 Alekseeva T., Mageramova Z., Malikova T., Zyablov M. Development of Formulations Enriched Meat Products in Applying the Secondary Fractions of Grain Processing. *Journal of EcoAgriTourism*, 2014, no. 2, vol. 10, pp. 49-52.

10 Alekseeva T., Kalgina Y., Vesnina A., Zyablov M. Development of Compounding Enriched Flour Confectionery with Application of Products of Deep Processing of Grain. *Journal of EcoAgriTourism*, 2014, no. 2, vol. 10, pp. 53-56.

11 Bogomolova I. P., Krivenko E. I., Rodionova N. S., Alekseeva T. V. Enterprise development through the introduction of innovative technologies. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2012, no. 3, pp. 198-200. (In Russ.).

12 Rodionova N.S., Alekseeva T.V., Sokolova O.A. Development of formulations of mixtures for breeding meat and fish semi-products. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*. [International Research Journal], 2013, no 7, pp. 88-89. (In Russ.).

13 Alekseeva T. V. Prospects for the use of wheat germ cake recipes cottage cheese and vegetable food products. *Fundamental'nye issledovaniia*. [Basic Research], 2013, no. 10, pp. 253-256. (In Russ.).

УДК 664.628

Профессор Г.О. Магомедов, доцент А. А. Журавлев,
доцент Т.А. Шевякова, доцент И.В. Плотникова

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского,
макаронного и зерноперерабатывающего производств. тел. (473) 255-38-51
E-mail: 209777@mail.ru

Professor G.O. Magomedov, associate Professor A.A. Zhuravlev,
associate Professor T.A. Shevyakova, associate Professor I.V. Plotnikova
(Voronezh state. University of engineering technologies) Breadmaking, confectionary,
macaroni and grain-processing production technology department. phone (473) 255-38-51
E-mail: 209777@mail.ru

Реологическая модель деформационного поведения сахарного теста в условиях одноосного сжатия

Rheological deformation behavior model of sugar dough in the conditions of monoaxial compression

Реферат. Знание закономерностей деформационного поведения перерабатываемых кондитерских масс с определенными реологическими свойствами позволяет рассчитать параметры процесса формообразования и подбирать технологическое оборудование для его проведения. В статье рассмотрен вывод реологического уравнения деформационного поведения сахарного теста в условиях одноосного сжатия, которое реализуется в процессах формования заготовок сахарного печенья. Представлены результаты экспериментальных исследований, подтверждающих адекватность предлагаемого реологического уравнения. Рассмотрено поведение упруго-вязко-пластичного тела в условиях квазистатического испытания на ползучесть, в ходе которого заданной величиной является напряжение, а измеряемой - относительная деформация. Приведены основные реологические свойства сахарного теста, полученные экспериментально. Получены значения реологических констант и выявлено, что при доверительной вероятности 95 %, реологическое уравнение для общей деформации упруго-вязко-пластичного тела адекватно описывает экспериментальные данные. Максимальная ошибка при этом составляет 2,3 %. Установлено, что процессы формообразования тестовых заготовок из сахарного теста, обладающего вязко-пластичными свойствами, должны быть реализованы при внешнем напряжении (силовое воздействие со стороны формирующего органа), которое превышает предел текучести формируемого теста. Величина внешнего напряжения, а также продолжительность его воздействия (то есть продолжительность формования) должны быть выбраны с учетом возникновения в перерабатываемой массе остаточных деформаций, которые гарантируют придание определенной геометрической формы и рисунка на поверхности тестовой заготовки. Реологическая модель сахарного теста позволяет прогнозировать его деформационное поведение в условиях формования, а также выполнить расчет параметров процесса формования сахарного теста.

Summary. The knowledge of regularities of deformation behavior of the processed confectionery masses with certain rheological properties allows to calculate parameters of shaping process and to select processing equipment for its carrying out. The article studies the obtaining of the rheological equation of deformation behavior of sugar dough in the conditions of monoaxial compression which is realized in sugar cookies dough pieces formation processes. The results of the pilot studies confirming adequacy of the offered rheological equation are presented. The behavior of an elastic-, viscous- and plastic body in the conditions of quasistatic test for creeping during which the set size is tension, and the measured one is relative deformation is considered. The main rheological properties of sugar dough received experimentally are given. Values of rheological constants are received and it is revealed that at 95% confidential probability, the rheological equation for the general deformation of an elastic-, viscous- and plastic body adequately describes experimental data. The maximum fault thus makes 2,3%. It is established that dough pieces shaping processes from the sugar dough possessing visco- and plastic properties should be realized at an external tension (power impact from the forming body) which exceeds a limit of fluidity of the dough formed. The level of external tension, as well as the duration of its influence (that is formation duration) should be chosen taking into account the residual deformations in the processed mass which guarantee giving of a certain geometrical form and drawing on a surface of dough pieces. The rheological model of sugar dough allows to predict its deformation behavior in the formation conditions, and to calculate the parameters of sugar dough formation process.

Ключевые слова: реологическая модель, одноосное сжатие, упруго-вязко-пластичные свойства

Keywords: rheological model, monoaxial compression, elastic-, viscous- and plastic properties

© Магомедов Г.О., Журавлев А.А.,
Шевякова Т.А., Плотникова И.В., 2014

Кондитерские массы, подвергающиеся формообразованию (пралиновые конфетные массы, сахарное и затяжное тесто, фруктово-ягодные начинки, пасты и пр.) обладают одновременно упругостью, вязкостью, пластичностью и эластичностью. Указанные свойства характеризуются такими реологическими константами как модуль упругости, вязкость, предел текучести.

Знание закономерностей деформационного поведения перерабатываемых кондитерских масс с определенными реологическими свойствами позволяет рассчитать параметры процесса формообразования и подобрать технологическое оборудование для его проведения.

Целью работы является вывод реологического уравнения деформационного поведения сахарного теста в условиях одноосного сжатия, реализуемого в процессах формования заготовок сахарного печенья.

Структурная реологическая модель упруго-вязко-пластичного тела (рисунок 1), к которому можно отнести сахарное тесто, имеет вид [1]:

$$UVP = B - K = [H_1 - (N_1 | Stv)] - (H_2 | N_2), \quad (1)$$

где UVP – упруго-вязко-пластичное тело; B – тело Бингама; K – тело Кельвина.

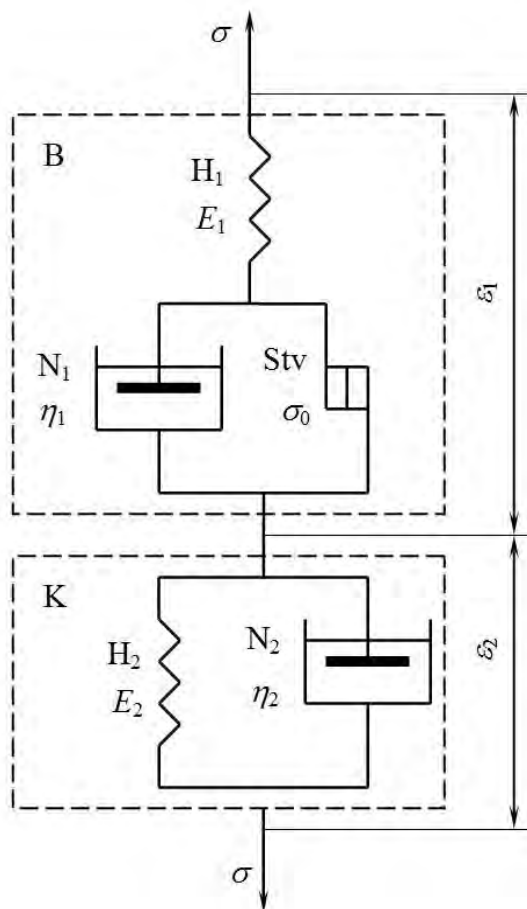


Рисунок 1. Реологическая механическая модель упруго-вязко-пластичного тела

Упруго-вязко-пластичное тело состоит из последовательно соединенных тел Бингама В и Кельвина К (рисунок 1). Тело Бингама включает в себя элемент Гука H_1 с модулем упругости E_1 , элемент Ньютона N_1 с вязкостью η_1 и элемент Сен-Венана Stv с пределом текучести σ_0 . Тело Кельвина К состоит из элемента Гука H_2 с модулем упругости E_2 и элемента Ньютона N_2 с вязкостью η_2 .

На основании принципа суперпозиций Больцмана общая деформация ε упруго-вязко-пластичного тела равна (рисунок 1):

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2, \quad (2)$$

где ε_1 – деформация тела Бингама; ε_2 – деформация тела Кельвина.

Уравнение состояния тела Бингама [1, 2]:

$$\frac{d\varepsilon_1}{dt} = \frac{1}{E_1} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma - \sigma_0}{\eta_1}, \quad (3)$$

где σ – нормальное напряжение; t – время.

Уравнение состояния тела Кельвина-Фойгта [3,4]:

$$\frac{d\varepsilon_2}{dt} + \frac{E_2}{\eta_2} \varepsilon_2 = \frac{\sigma}{\eta_2} \quad (4)$$

Складывая (3) и (4) с учетом (2), получим:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} + \frac{E_2}{\eta_2} \varepsilon_2 = \frac{1}{E_1} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\eta_2} + \frac{\sigma - \sigma_0}{\eta_1} \quad (5)$$

Выражая из уравнения (5) деформацию ε_2 , получим:

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{E_1} \frac{\eta_2}{E_2} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\eta_2}{E_2} \frac{\sigma}{\eta_2} + \frac{\eta_2}{E_2} \frac{\sigma - \sigma_0}{\eta_1} - \frac{\eta_2}{E_2} \frac{d\varepsilon}{dt} \quad (6)$$

Дифференцируя (6) по t , имеем:

$$\frac{d\varepsilon_2}{dt} = \frac{\eta_2}{E_1 E_2} \frac{d^2 \sigma}{dt^2} + \frac{1}{E_2} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\eta_2}{E_2 \eta_1} \frac{d\sigma}{dt} - \frac{\eta_2}{E_2} \frac{d^2 \varepsilon}{dt^2} \quad (7)$$

Подставляя ε_2 из уравнения (6) и $\frac{d\varepsilon_2}{dt}$ из (7) в уравнение (4), после преобразований получим реологическое уравнение состояния упруго-вязко-пластичного тела:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \sigma}{dt^2} + \left(\frac{E_1}{\eta_2} + \frac{E_1}{\eta_1} + \frac{E_2}{\eta_2} \right) \frac{d\sigma}{dt} + \frac{E_1 E_2}{\eta_2} \frac{\sigma - \sigma_0}{\eta_1} = \\ = E_1 \frac{d^2 \varepsilon}{dt^2} + \frac{E_1 E_2}{\eta_2} \frac{d\varepsilon}{dt} \end{aligned} \quad (8)$$

Реологическое уравнение (8) позволяет выполнить имитационное моделирование поведения упруго-вязко-пластичного тела как в квазистатических режимах при постоянных значениях деформации или напряжения (испытания на ползучесть или релаксацию напряжений) так и в динамических режимах при изменении напряжения или деформации по гармоническому закону с заданными значениями амплитуды и частоты колебаний.

Рассмотрим поведение упруго-вязко-пластичного тела в условиях квазистатического испытания на ползучесть, в ходе которого заданной величиной является напряжение, а измеряемой - относительная деформация.

Пусть в начальный момент времени ($t = 0$) к упруго-вязко-пластичному телу приложено внешнее напряжение σ^* , которое далее остается постоянным. Причем приложенное напряжение превышает предел текучести, т. е. $\sigma^* > \sigma_0$. После преобразований уравнение (8) принимает вид неоднородного дифференциального уравнения второго порядка:

$$\frac{d^2 \varepsilon}{dt^2} + \frac{E_2}{\eta_2} \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{E_2}{\eta_1 \eta_2} (\sigma^* - \sigma_0) \quad (9)$$

Решение уравнения (9) складывается из общего решения однородного уравнения и частного решения при соответствующих начальных условиях [5, 6]:

$$\varepsilon = \frac{\sigma^*}{E_1} + \frac{\sigma^*}{E_2} \left(1 - e^{-\frac{E_2}{\eta_2} t} \right) + \frac{\sigma^* - \sigma_0}{\eta_1} t \quad (10)$$

Как следует из уравнения (4), в произвольный момент времени t общая деформация ε упруго-вязко-пластичного тела (рисунок 2, кривая 1) складывается из трех деформаций - мгновенной упругой $\varepsilon_{упр}$ (первое слагаемое), эластической $\varepsilon_{эл}$ (второе слагаемое) и пластической $\varepsilon_{пл}$ (третье слагаемое).

Из уравнения (9) видно, что величина каждой деформации, накопленной к произвольному моменту времени t , зависит от реологических констант упруго-вязко-пластичного тела и определяется величиной приложенного напряжения σ^* .

В начальный момент времени $t = 0$ мгновенно деформируется элемент Гука H_1 (рисунок 1), на кривой кинетики деформации (рисунок 2, кривая 1) наблюдается скачкообразное увеличение относительной деформации на величину $\varepsilon_{упр}$. Мгновенная упругая деформация развивается в течение долей секунды и остается постоянной в течение всей продолжительности де-

формирования упруго-вязко-пластичного тела (рисунок 2, кривая 2). Деформация $\varepsilon_{упр}$ является полностью обратимой.

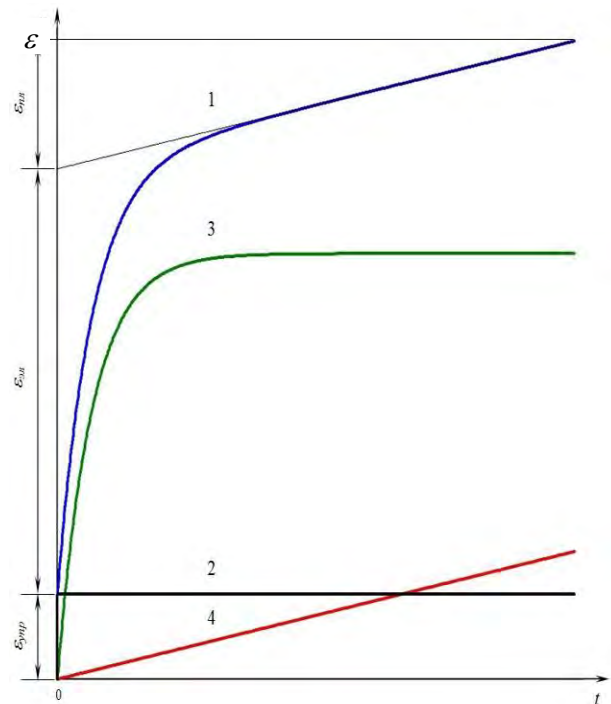


Рисунок 2. Развитие общей (1), упругой (2), эластической (3) и пластической (4) деформаций упруго-вязко-пластичного тела во времени

Одновременно с этим начинают деформироваться тела Кельвина К и Бингама В (рисунок 1). Деформация тела Кельвина приводит к возникновению эластической деформации $\varepsilon_{эл}$ (так же полностью обратимой), которая развивается во времени по экспоненциальному закону и является запаздывающей (рисунок 2, кривая 3), т.к. мгновенному растяжению пружины H_2 препятствует демпфер N_2 . При $t \rightarrow \infty$ эластическая деформация асимптотически стремится к гукской деформации:

$$\varepsilon_{упр(\infty)} = \frac{\sigma^*}{E_2} \quad (11)$$

Градиент скорости развития эластической деформации убывает по экспоненциальному закону. В начальный момент времени $t = 0$ градиент скорости имеет максимальное значение:

$$\varepsilon'_{эл}(0) = \frac{\sigma^*}{\eta_2}, \quad (12)$$

а при $t \rightarrow \infty$ градиент скорости $\varepsilon'_{эл}(\infty) = 0$.

Одновременно с этим в упруго-вязко-пластичном теле развивается пластическая деформация $\varepsilon_{пл}$, что является следствием деформирования тела Бингама В (рисунок 1). Пластическая деформация, необратимая по величине, развивается во времени по линейному

закону (рисунок 2, кривая 4). Пластическое течение протекает с постоянным градиентом скорости развития деформации:

$$\varepsilon_{пл}' = \frac{\sigma^* - \sigma_0}{\eta_1} \quad (13)$$

В том случае, если приложенное напряжение не превышает предел текучести, т. е. $\sigma^* < \sigma_0$, то в упруго-вязко-пластичном теле развиваются только упругая и эластическая деформации без накопления остаточной.

С целью оценки применимости реологического уравнения (10) для описания деформационного поведения образцов сахарного теста был проведен ряд экспериментов. Объектом исследования явилось тесто для приготовления сахарного печенья [7].

Экспериментальные исследования были проведены на реометрическом комплексе собственной конструкции в условиях одноосного сжатия исследуемого цилиндрического образца теста между двумя пластинами. Величина нормального (сжимающего) напряжения составляла (кПа) 1,63; 2,53; 3,8; 5,15 и 6,37.

Выбор искомого диапазона изменения нормального напряжения продиктован необходимостью изучения деформационного поведения теста как в упругой области (до начала пластического течения), так и в той области, где реализуется, собственно, пластическое (необратимое) деформирование теста. При величине нормального напряжения более чем 6,5 кПа наблюдалось «выползание» теста из зазора между пластинами, что, безусловно, искажало полученные результаты.

В условиях одноосного сжатия образца теста при постоянном сжимающем напряжении осуществляли измерение возникающей при этом абсолютной деформации с последующим вычислением относительной деформации. В ходе сжатия фиксировали изменение относительной деформации образца во времени с последующим построением графических зависимостей в координатах деформация-время (рисунок 3).

Общим для всех графических зависимостей является появление мгновенной упругой и эластической деформаций.

Мгновенная упругая деформация $\varepsilon_{упр}$ обнаруживает себя в момент времени $t = 0$. Эта деформация присуща твердой фазе дисперсной системы, представленной, в данном случае, клейковинным каркасом. Величина мгновенной упругой деформации характеризуется величиной силы первичных химических связей структуры.

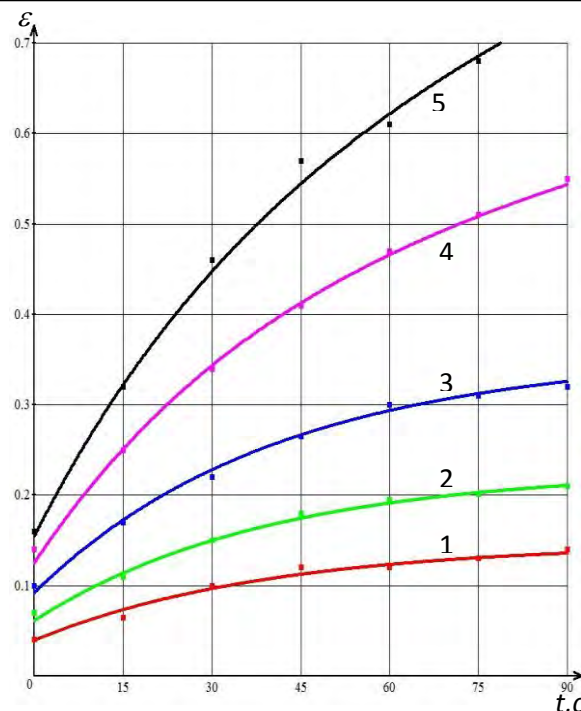


Рисунок 3. Развитие общей деформации в образцах теста при нормальной нагрузке: 1 - 1,63 кПа; 2 - 2,53 кПа; 3 - 3,8 кПа; 4 - 5,15 кПа; 5 - 6,37 кПа

Эластическая составляющая $\varepsilon_{эл}$ общей деформации является запаздывающей и развивается во времени, стремясь к установившемуся значению. Эластическая деформация характерна для образованной дисперсной фазой пространственной сетки с тонкими прослойками дисперсионной среды. Она является результатом скольжения частиц дисперсной фазы друг относительно друга без разрыва межмолекулярных связей и поэтому не сопровождается разрушением структуры. Эластическая деформация $\varepsilon_{эл}$ характеризует не только первичные, но и вторичные силы химической связи, действующие между макромолекулами структуры и их звеньями.

Кинетические кривые $\varepsilon = f(t)$, полученные при сжимающем напряжении 1,63 и 2,53 кПа (рисунок 3, кривая 1, 2) имеют нелинейный вид и не содержат финишного линейного участка, что указывает на отсутствие (в данных условиях) пластической деформации. Дальнейшее увеличение сжимающего напряжения приводит к возникновению в исследуемых образцах теста необратимых пластических деформаций, что выражается в появлении на кривых $\varepsilon = f(t)$ финишных линейных участков (рисунок 3, кривая 3, 4 и 5).

Пластическая деформация $\varepsilon_{пл}$ представляет собой течение материала с одновременным разрушением и тиксотропным восстановлением структуры. Причем процессы разрушения преобладают над восстановлением, что и приводит к возникновению остаточной деформации после снятия внешнего напряжения.

В процессе пластической деформации происходит изменение ориентации частиц дисперсной фазы, определяемое направлением действия деформирующих систему сил.

Обработка экспериментальных данных (рисунок 3) по известной методике [1, 2, 3], позволила получить значения реологических констант (таблица 1), входящих в уравнение (10). Установлено, что при доверительной вероятности 95 %, реологическое уравнение (10) адекватно описывает экспериментальные данные. Максимальная ошибка при этом составляет 2,3 %.

Т а б л и ц а 1

Реологические свойства теста на пшеничной муки и маргарина

Модуль упругости		Вязкость		Предел текучести σ_0 , кПа
быстрой эластической деформации E_1 , кПа	медленной эластической деформации E_2 , кПа	пластическая η_1 , кПа·с	Упругого последствия η_2 , кПа·с	
41,31	15,21	1151,2	600,01	3,68

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Малкин А. Я., Исаев А. И. Реология: концепции, методы, приложения. СПб. : Профессия, 2007. 580 с.
- 2 Косой В.Д., Дунченко Н.И., Меркулов М.Ю. Реология молочных продуктов. М.: ДелиПринт, 2010. 828 с.
- 3 Арет В.А., Николаев Б.Л., Николаев Л.К. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции. СПб.: ГИОРД, 2009. 448 с.
- 4 Rao M.A. Rheology of Fluid, Semisolid, and Solid Foods: Principles and Applications. London: Springer New York Heidelberg Dordrecht, 2014. № XIII. P. 461.
- 5 Седых Д.В., Шевякова Т. А., Журавлев А.А. Влияние рецептурных компонентов на упруго-вязко-пластичные свойства теста // Материалы студенческой научной конференции за 2014 год. Воронеж: ВГУИТ, 2014. С. 45.
- 6 Журавлев А.А., Магомедов М.Г., Шевякова Т.А., Ерофеева М.А. Реологическое уравнение состояния упруго-вязко-пластичного тела // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья». - Воронеж: Научная книга, 2014. С. 358 - 361.
- 7 Олейникова А. Я., Аксёнова Л. М., Магомедов Г. О. Технология кондитерских изделий. СПб.: Изд-во «РАПП», 2010. 672 с.

Проведенные исследования позволяют отметить следующее. Процессы формования тестовых заготовок из сахарного теста должны быть реализованы при внешнем напряжении (силовое воздействие со стороны формирующего органа), которое превышает предел текучести формируемого теста. Величина внешнего напряжения, а также продолжительность его воздействия (т. е. продолжительность формования) должны быть выбраны с учетом возникновения в перерабатываемой массе остаточных деформаций, которые гарантируют придание определенной геометрической формы и рисунка на поверхности тестовой заготовки. Реологическая модель сахарного теста в виде уравнения (10) позволяет прогнозировать его деформационное поведение в условиях формования, а также выполнить расчет параметров процесса формования сахарного теста.

REFERENCES

- 1 Malkin A. Ia., Isaev A. I. Reologia: kontseptsii, metody, prilozheniia [Reology: concepts, methods, appendices]. Saint-Petersburg, Professii, 2007. 580 p. (In Russ.).
- 2 Kosoi V.D., Dunchenko N.I., Merkulov M.Iu. Reologia molochnykh produktov [Reology of dairy products]. Moscow, DeliPrint, 2010. 828 p. (In Russ.).
- 3 Aret V. A., Nikolaev B. L., Nikolaev L.K. Fiziko-mekhanicheskie svoistva syr'ia i gotovoi produktsii [Physicomechanical properties of raw materials and finished goods]. Saint-Petersburg, GIOR, 2009. 448 p. (In Russ.).
- 4 Rao M.A. Rheology of Fluid, Semisolid, and Solid Foods: Principles and Applications. London, Springer New York Heidelberg Dordrecht, 2014, no. XIII, pp. 461.
- 5 Sedykh D.V., Sheviakova T.A., Zhuravlev A. A. Influence of prescription components on elastic and viscous and plastic properties of dough. Materialy studencheskoi nauchnoi konferentsii za 2014 god [Materials of student's scientific conference for 2014]. Voronezh, VGUIT, 2014. pp. 45. (In Russ.).
- 6 Zhuravlev A.A., Magomedov M.G., Sheviakova T.A., Erofeeva M.A. Rheological equation of a condition of an elastic and viscous and plastic body. Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Innovatsionnye resheniia pri proizvodstve produktov iz rastitel'nogo syr'ia" [Materials International scientific and practical conference "Innovative solutions by production of food from vegetable raw materials"]. Voronezh, Nauchnaia kniga, 2014. pp. 358 - 361. (In Russ.).
- 7 Oleinikova A.Ia., Aksanova L.M., Magomedov G.O. Tekhnologiya konditerskikh izdelii [Technology of confectionery]. Saint-Petersburg, Izdatel'stvo "RAPP", 2010. 672 p. (In Russ.).

Профессор Н.В. Лабутина, профессор Ю.И. Сидоренко

(Московский гос. ун-т пищ. производств)

кафедра технологии переработки растительного сырья. тел.(499) 750-01-11

E-mail:labutinanv@mail.ru

Professor N.V. Labutina, professor Yu.I. Sidorenko

(Moscow, Russia. Moscow State University of Food Production)

Department of technology of processing of vegetable raw materials. phone .(499) 750-01-11

E-mail:labutinanv@mail.ru

Научно-практические основы разработки новых продуктов для школьного питания

Scientific and practical basis for the development of new products for school feeding

Реферат. Статья посвящена рассмотрению и анализу вопросов школьного питания с целью повышения его качества в образовательных организациях на основе современных технологий новых продуктов повышенной пищевой ценности. Рациональное питание - важный фактор в профилактике алиментарно-зависимых заболеваний школьников, способствующий сохранению здоровья и высокой работоспособности. Для питания школьников важно соблюдение рекомендуемых норм физиологических потребностей организма в пищевых веществах и энергии. Однако, сложившаяся система питания школьников должна базироваться на разработанных и признанных научных основах и требованиях науки о питании. Приводятся результаты исследований возможности использования сухих молочных продуктов в качестве ингредиентов белковых батончиков, предназначенных для питания школьников на основе определения термодинамических характеристик методом дифференциальной сканирующей микрокалориметрии. Научно обоснован и разработан термодинамический подход к технологическому процессу производства белковых батончиков позволяющий оценить степень изменения термодинамических характеристик рецептурных компонентов. Установлено, что, что структура белка, количество связанной влаги играют ключевую роль в формировании и изменении реологических характеристик белковых батончиков с использованием белка молочной сыворотки, обуславливающих качество готовых изделий.

Summary. The article discusses and analyzes the issues of school nutrition in order to improve its quality in educational institutions on the basis of modern technology of new products increased nutritional value. Balanced diet - an important factor in the prevention of nutrition-related diseases pupils, promote healthy and high efficiency. For school meals is important to respect the recommended norms physiological needs of the organism in nutrients and energy. However, the existing system of school meals should be based on developed and recognized scientific basis and the requirements of the science of nutrition. The results of research the possibility of using dry dairy products as ingredients of protein bars, for school meals based on the determination of the thermodynamic characteristics by differential scanning microcalorimetry. Scientifically based and developed a thermodynamic approach to the process of production of protein bars for assessing the degree of change in the thermodynamic characteristics of prescription components. Found that the structure of the protein, the amount of bound moisture play a key role in shaping and changing the rheological properties of protein bars using whey protein, causing the quality of finished products.

Ключевые слова: питание школьников, сбалансированное питание, белки молока и молочной сыворотки, изоляты растительного белка, гидролизаты растительного и животного белка, дифференциальная сканирующая микрокалориметрия.

Keywords: school meals, a balanced diet, milk proteins and whey, vegetable protein isolates, hydrolysates of vegetable and animal protein, differential scanning microcalorimetry.

В Федеральном законе №273-ФЗ "Об образовании в РФ" особое внимание уделено комплексу мер и поддерживающих их систем для организации и внедрения здоровьесберегающих технологий, а также организации на базе образовательных организаций "кабинетов здоровья" с соответствующим программно-аппаратным обеспечением и профессиональному психолого-педагогическому сопровождению образовательного процесса (ст. 41. "Охрана здоровья обучающихся", ст. 42. "Психолого-педагогическая, медицинская и социальная помощь обучающимся, испытывающим трудности в освоении ос-

новных общеобразовательных программ, развития и социальной адаптации"). При этом очень важна организация здорового питания воспитанников и учащихся на базе образовательной организации в соответствии с требованиями действующих СанПиН (ст. 37. "Организация питания обучающихся").

Одним из основных направлений является совершенствование организации, повышение качества, сбалансированности и безопасности питания, разработка новых продуктов для обучающихся в общеобразовательных учреждениях.

© Лабутина Н.В., Сидоренко Ю.И., 2014

Рациональное питание - важный фактор в профилактике алиментарно-зависимых заболеваний школьников, способствующий сохранению здоровья и высокой работоспособности. Для питания школьников важно соблюдение рекомендуемых норм физиологических потребностей организма в пищевых веществах и энергии [1, 4]. Однако сложившаяся система питания школьников должна базироваться на разработанных и признанных научных основах и требованиях науки о питании.

В Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Московский государственный университет пищевых производств" в течение нескольких лет проводятся исследования возможности использования сухих молочных продуктов в качестве ингредиентов белковых батончиков, предназначенных для питания школьников.

Известно, что белки являются одним из эссенциальных нутриентов рациона питания, синтез белков происходит в организме человека непрерывно. Поэтому аминокислотный профиль пищи необходимо строить в соответствии с потребностями организма [2].

Кроме того, есть несколько аминокислот, которые не входят в состав белка, но выполняют в организме важные функции. К ним относятся гамма-аминомасляная кислота и диоксифенилаланин – важнейшие компоненты нервной системы, участвующие в передаче нервных импульсов. Особенно важны для организма человека аминокислоты лейцин, изолейцин и валин.

Потребность в различных белках для рациона питания школьников питания может быть компенсирована специально разработанными продуктами питания. Молочный белок является наиболее распространенным источником белка при проектировании продуктов школьного питания.

В качестве белковой составляющей в технологии белковых батончиков используют белки молока, яйца, изоляты растительного белка, гидролизаты растительного и животного белка и индивидуальные аминокислоты.

Из всех перечисленных источников белка наиболее перспективным является белок молочной сыворотки (БМС), который обладает уникальными характеристиками: в отличие от растительного белка он является полноценным белком, обладающим высокой степенью гидратации, что позволяет использовать его для очень быстрого поступления в организм белков; БМС получают методом микро- и ультрафильтрации через полимерные мембраны, что

практически не оказывает влияния на его пространственную структуру; БМС обладает благоприятными сенсорными характеристиками, что позволяет использовать его в широких масштабах для производства продуктов персонализированного питания.

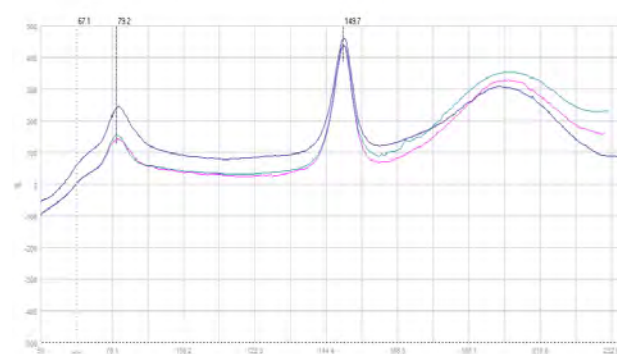
Важной характеристикой молочных продуктов является их гидратационная способность.

Для оценки гидратации исследуемые образцы сухого молока и БМС были изучены методом дифференциальной сканирующей калориметрии.

Знание термодинамических характеристик пищевого сырья, полуфабрикатов и готовых изделий в широком диапазоне температур необходимо для управления параметрами технологических процессов и контроля качества применяемого сырья и получаемых продуктов [3].

Дифференциальная сканирующая калориметрия является информативным методом при изучении фазового состояния влаги в продукте питания. Оценивая количество свободной, а значит замерзающей воды, можно надежно оценить степень гидратации сухих веществ раствора. Полученные термограммы позволяют оценить качественный и количественный состав исследуемых объектов.

Из термограммы (рисунок 1) следует, что происходит денатурация α -лактоглобулина при температуре 70 °С и β -лактоглобулина при температуре 80 °С. Плавление углеводов происходит при температуре 150 °С, термограмма этого пика отражает процессы термодеструкции в исследуемом образце.



ное тепло выделяется и фиксируется на термограмме. По площади пика термограммы может быть оценена выделившаяся теплота, а, следовательно, и количество гидратной воды.

Термограмма белка молочной сыворотки приведена на рисунке 2.

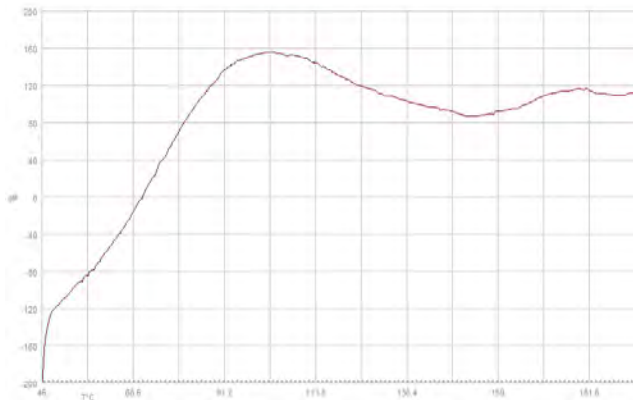


Рисунок 2. Термограмма белка молочной сыворотки, полученная методом дифференциальной сканирующей калориметрии

Первый пик термограммы БМС характерен для процесса испарения фракции связанной воды и разрушения структуры, связывающей эту воду. Характерным признаком является температура окончания этого процесса равная 140 °С. Можно предположить, что этой структурой является гель, представляющий собой сеть связанных между собой молекул, частично денатурированных лактоглобулинов, или гидрофильный порошок аморфной формы лактоглобулинов поглотивший влагу из окружения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 МР 2.3.1.2432-08. Методические рекомендации «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». М., 2008.
- 2 Тутельян В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания М.: ДеЛи плюс, 2012. 284 с.
- 3 Бойко Б.Н. Прикладная микрокалориметрия: отечественные приборы и методы. М.: Наука, 2006. 119 с.
- 4 Еделев Д.А., Сидоренко М.Ю., Перминова М.А. Нутригеномика как важный фактор при проектировании рациона питания человека // Пищевая промышленность. 2011. № 4. С. 18-23.

Температура денатурации и дегидратации высокогидрофильных лактоглобулинов составляет около 100 °С, а для менее гидрофильного казеина – 79 °С. Смещение пика дегидратации указывает на различия в составе белков и, в частности, на различную их гидратацию.

Второй пик отражает процессы деструкции уже высушенных продуктов и углеводных примесей.

Термограмма БМС указывает на наличие значительного количества связанной воды. Вещества с подобным содержанием воды могут быть отнесены к условно гелевой структуре. Отличием такой структуры является высокая влагоудерживающая способность твердой фазы. Степень удерживания влаги пропорциональна температуре окончания процесса испарения связанной воды и равна 140 °С, что свидетельствует о высокой степени гидратации сывороточного белка и подтверждает его высокую физиологическую ценность.

Научно обоснован и разработан термодинамический подход к технологическому процессу производства белковых батончиков, позволяющий оценить степень изменения термодинамических характеристик рецептурных компонентов. Установлено, что, структура белка, количество связанной влаги играют ключевую роль в формировании и изменении реологических характеристик белковых батончиков с использованием белка молочной сыворотки, обуславливающих качество готовых изделий.

REFERENCES

- 1 MR 2.3.1.2432-08. Metodicheskie rekomandatsii "Normy fiziologicheskikh potrebnostei v energii i pishchevykh veshchestvakh dlia razlichnykh grupp naseleniia Rossiiskoi Federatsii ["Guidelines "Norms of physiological needs for energy and nutrients for different groups of the population of the Russian Federation"]. Moscow, 2008. (In Russ.).
- 2 Tutel'ian V.A. Khimicheskii sostav i kaloriinost' rossiiskikh produktov pitaniia [Chemical composition and caloric Russian food]. Moscow, DeLi plus, 2012. 284 p. (In Russ.).
- 3 Boiko B.N. Prikladnaia mikrokalorimetriia: otechestvennye pribory i metody [Applied microcalorimetry: domestic instruments and methods]. Moscow: Nauka, 2006. 119 p. (In Russ.).
- 4 Edelev D.A., Sidorenko M.Iu., Perminov M.A. Nutrigenomics as an important factor in the design of the human diet. *Pishchevaia promyshlennost'*. [Food Industry], 2011, no. 4, pp. 18-23. (In Russ.).

УДК 619: 615.07: 636.2

Заместитель директора И.В. Жуков

(Липецкий филиал Тульской межобластной ветеринарной лаборатории).

тел. 8-903-861-38-55

аспирант А.А. Ушкова

(ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I»). тел. 8-904-685-94-90

E-mail: vasilek-48-lip@mail.ru

Deputy director I.V. Zhukov

(Lipetsk branch the Tula interregional veterinary laboratory).

phone 8-903-861-38-55

graduate A.A. Ushkova

(Voronezh state agriculture University name of Emperor Peter I).

phone 8-904-685-94-90,

E-mail: vasilek-48-lip@mail.ru

Анализ биохимического состояния крупного рогатого скота импортной селекции

Analysis of biochemical status of cattle imported breeding

Реферат. Ненормированное и неполноценное кормление коров является причиной неблагоприятных отёлов, слабости телят при рождении, плохого их развития и низкой продуктивности животных. В настоящее время всё больший интерес ветеринарных специалистов привлекают средства для повышения продуктивности и резистентности продуктивных животных. Анализ концепции современной ветеринарии показывает, что особое внимание следует уделять терапевтическому и профилактическому применению максимально близких к природным и экологически безопасным ветеринарным препаратам, которые позволят провести физиологическую коррекцию патологии сельскохозяйственных животных и одновременно обеспечат отсутствие в продуктах животноводства вредных для здоровья человека лекарственных метаболитов. Результаты экспериментальных исследований и производственных испытаний позволяют рекомендовать иммуномодуляторы для широкого внедрения в практику промышленного скотоводства и птицеводства, что является экономически выгодным и позволит существенно повысить качественные и количественные характеристики получаемой животноводческой продукции. Иммуномодуляторы являются безопасными в токсикологическом плане и обладают широким спектром фармакологических эффектов. Помимо иммунокорректоров на иммунитет сельскохозяйственных животных благоприятное действие оказывают гуминовые препараты. Их использование проявляется повышением качества получаемого молодняка, снижением частоты возникновения родовой и послеродовой патологии маточного поголовья, повышением среднесуточных привесов животных мясного направления продуктивности, повышением резистентности и сохранности поголовья сельскохозяйственных животных различных видов и разных технологических групп. Гуминовые препараты способствуют повышению иммунитета организма, повышают активность клеточного и гуморального звеньев иммунитета, снижают содержание продуктов перекисного окисления липидов и повышают активность ферментов-антиоксидантов, оказывают регулирующее влияние на систему гемопоэза, способствуют нормализации синтетической и детоксикационной функций печени.

Summary. Irregular and inadequate feeding of cows is the cause of disadvantaged calving, weak calves at birth, poor development and low productivity of animals. Currently an increasing interest in veterinary specialists raise funds to improve productivity and resistance of productive animals. Special attention should be paid to the therapeutic and prophylactic use most close to natural and environmentally friendly veterinary drugs. They will allow physiological correction of the pathology of farm animals and at the same time will ensure that no animal products are harmful to human health drug metabolites. The results of experimental studies and field tests suggest that immune modulators for wide implementation in practice of industrial livestock and poultry. This is a cost-effective and will significantly improve the qualitative and quantitative characteristics of the resulting animal products. Immunomodulators are safe in Toxicological terms and possess a wide spectrum of pharmacological effects. Addition of immunomodulators on the immune system of farm animals favorable effect of humic drugs. They enhance the quality of young animals, reduce the incidence of birth and postpartum pathology breeding stock, increase average daily gain of animals beef cattle productivity, increase resistance and preservation of animals of different species and different technological groups. Humic drugs enhance immunity, increase the activity of the cellular and humoral immunity, reduce the amount of products of lipid peroxidation and increase the activity of enzymes-antioxidants, have a regulating effect on system of a hemopoiesis, normalize synthetic and detoxification of the liver.

Ключевые слова: метаболические изменения, биохимические исследования, остео дистрофия.

Keywords: metabolic changes, biochemical studies, osteodystrophy.

© Жуков И.В., Ушкова А.А., 2014

Биохимическими исследованиями установлено, что нарушение обменных процессов у импортного скота начинается в период транспортировки и карантинирования под влиянием стресс-факторов, действие которых после завоза в хозяйство часто усугубляется, так как не создаются оптимальные условия для животных: не подготовлены помещения и кормовая база. Основной целью нашей работы является изучение причин прогрессирования биохимических нарушений в организме импортных животных.

Молочное скотоводство является важнейшей отраслью агропромышленного комплекса страны в деле обеспечения продовольственной независимости и повышения уровня жизни населения. Удельный вес его в ценовом отношении к общей продукции животноводства составляет 29 %, в отрасли занято более 1 млн. человек. По объёму производства молока Россия занимает третье место в мире.

Согласно исследованиям Федерального центра охраны здоровья животных, высокопродуктивные коровы наиболее часто выбывают из стада в связи с поражением конечностей (21,2-24,3 %), нарушением обмена веществ (22-22,9 %), заболеванием органов пищеварения (14-14,5 %), воспроизводства (8,8-13,9 %) и маститами (6,5 %).

Интенсивная промышленная технология создаёт большие трудности, связанные с поддержанием нормального физиологического состояния животных, так как высокоудойные коровы с интенсивным обменом веществ реагируют даже к незначительным нарушениям условий кормления и содержания, более выраженными нарушениями обмена веществ [2, 3, 4].

Для поддержания высокой продуктивности коровам скармливают большое количество концентратов, что приводит к развитию ацидоза рубца, кетоза, снижению резистентности и ухудшению показателей воспроизводства [6, 7].

В 2005-2013 гг. в рамках реализации национального проекта по развитию агропромышленного комплекса страны в хозяйствах Липецкой области было завезено более 18 тысяч голов нетелей и тёлочек молочного и мясного направлений из Европы (Австрия, Германия, Голландия, Венгрия), Австралии, Канады и США.

Как показала практика, одной из основных проблем, препятствующих эффективному ведению молочного скотоводства, являются глубокие нарушения обмена веществ [5].

Анализ результатов биохимических исследований крови импортного скота, завезённого из разных стран в хозяйства Липецкой области, свидетельствует о метаболических изменениях у животных после завоза в хозяйство и в процессе его дальнейшего содержания.

Т а б л и ц а 1

Динамика нарушений биохимического статуса крови импортных животных в период карантинирования и после периода адаптации за 2005-2013 гг.

Нарушения	Нарушения обмена веществ	
	во время завоза, %	после адаптации, %
Белкового обмена	10	57
Углеводного обмена	14	50
Минерального обмена	42	64
Витаминового обмена	40	52
Водно-электролитного обмена	34	49
Функций печени	8	40

Из таблицы 1 видно, что нарушения обменных процессов регистрировались в период проведения у 8-42 % животных, в дальнейшем нарушения усугублялись и отмечались у 40-64 %, в значительной степени негативную тенденцию наблюдали в состоянии белкового и углеводного обменов, а также функционального статуса печени.

При биохимическом исследовании сывотки крови КРС отмечены глубокие нарушения обменных процессов, которые прогрессировали после адаптации: белкового обмена в период карантина у 10 %, после адаптации – 57 % животных; углеводного – у 14 % и 50 %;

минерального – у 42 % и 64 %; витаминного – у 40 % и 52 %; водно-электролитного – у 34 % и 49 %; нарушение функции печени – у 8 % и 40 % соответственно, что свидетельствует о неудовлетворительных условиях содержания и кормления животных в хозяйствах.

После завоза в хозяйство у отдельных нетелей уже наблюдались проблемы с конечностями: у них отмечали повышенный тонус разгибателей и они ходили, как на ходулях, а у павших нетелей сразу после завоза регистрировали жировую дистрофию печени. Главной причиной этих явлений является стрессовый фактор в период транспортировки и карантина [1, 8].

В дальнейшем, в зависимости от условий кормления и содержания в конкретном хозяйстве, биохимические нарушения прогрессировали в разной степени, но по одной схеме. Сначала увеличивалось содержание общего белка в крови (39 %) в основном за счёт β - и γ -глобулиновых фракций, альбумины при этом оставались в норме или незначительно снижались; после отёла из-за недостатка энергии в рационе повышались активность аминотрансфераз и концентрация мочевины (в хозяйствах, где был высокий уровень протеина в кормлении), затем содержание мочевины снижалось иногда ниже нормы вследствие нарушения мочевинообразовательной функции печени. Такую тенденцию наблюдали с холестерином: после отёла его содержание повышалось, особенно у животных с высокой упитанностью, а затем, с развитием жировой дистрофии печени, синтез холестерина в гепатоцитах и его содержание в крови снижались.

Нарушение пигментообразующей функции печени проявлялось билирубинемией, углеводного обмена – снижение уровня глюкозы в крови.

Содержание кетоновых тел в сыворотке крови даже при явных клинических признаках кетоза не превышало 10 мг/%.

Главной причиной прогрессирования биохимических нарушений в организме импортных животных являлось отсутствие возможности создать для них условия, максимально приближённые к тем, какие были на фермах в странах-экспортерах. Наибольший вред наносил дисбаланс в кормлении, особенно в период раздоя, чтобы нормализовать энергетический метаболизм, на молочных фермах повышают уровень концентратов, что неблагоприятно сказывается на микрофлоре рубца и рубцовом пищеварении в целом, в результате чего регистрируются ацидоз, нарушение основных функций печени и вторичная остеодистрофия. Это отражается на изменении содержания кальция и фосфора в крови и по-

вышении активности щелочной фосфатазы. Содержание кальция обычно снижается незначительно или находится на нижней границе нормы; концентрация фосфора иногда повышалась в 2-2,5 раза, реже снижалась ниже физиологических показателей. Активность щелочной фосфатазы повышалась, иногда весьма существенно, что свидетельствовало о нарушении биохимических процессов в костной ткани и «вымывании» из неё кальция.

Таким образом, проведённые биохимические исследования показали, что нарушение обменных процессов у импортного скота начинается в период транспортировки и карантинирования под влиянием стресс-факторов, действие которых после завоза в хозяйство часто усугубляется, так как не создаются оптимальные условия для животных: не подготовлены помещения и кормовая база. Всё это неблагоприятно отражается на процессе адаптации животных. После отёла главной причиной нарушения обмена веществ является несбалансированное кормление: недостаток сухого вещества, структурной клетчатки, легкоусвояемых углеводов, несоответствие энергии и протеина, недостаток витаминов и минералов в рационах.

Для профилактики заболеваний, связанных с несбалансированностью рационов, необходим постоянный контроль полноценности кормления, который осуществляют как по результатам зоотехнического анализа кормов, так и по физическому состоянию животных. В первую очередь определяют биохимические показатели крови, позволяющие на ранней стадии обнаружить дисбаланс обмена веществ в организме, связанный с нарушением кормления жвачных. Система ветеринарных мероприятий должна быть направлена на улучшение кормления за счёт введения комплексных добавок для высокопродуктивных коров с учётом биохимических исследований и повышение иммунобиологического статуса животных.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шейко И.П. Актуальные проблемы интенсификации производства продукции животноводства. Жодино, Изд-во НАН Беларуси, 2005. 131 с.

2 Мищенко В.А., Думова В.В., Черных О.Ю. Особенности массовых ассоциированных респираторных заболеваний взрослых КРС // Ветеринария Кубани. 2011. С. 13-14.

3 Мищенко В.А., Мищенко А.В. Болезни конечностей у высокопродуктивных коров // Ветеринарная патология. 2007. № 2. С. 138-143.

4 Ратошный А., Андреева Н., Курдова Н. Полноценное кормление коров // Животноводство России. 2010. № 6. С. 39.

5 Жуков И.В., Михайлова Г.А. Рекомендации по кормлению крупного рогатого скота и лабораторному контролю за уровнем кормления. Липецк: Изд-во ЛГПУ, 2007. 84 с.

6 Сидорчук А.А., Кириллов Л.В., Караваев Ю.Д. Проблемы борьбы с некробактериозом: заблуждения и реальность // Ветеринария. 2006. № 2. С. 5-6.

7 Хузин Д.А., Макаев Х.Н., Хусниев Ф.А., Латфуллин Д.Н. и др. Этиология, патогенез и меры борьбы с некробактериозом крупного рогатого скота // Ветеринарный врач. 2010. № 5. С 49-51.

8 Dom L. D., Chrousos G.P. The endocrinology of stress and stress system disorders in adolescence // Endocrinol. Metabol. Clin. N.Am. 1993. V. 22. P. 685-700.

REFERENCES

1 Sheiko I. P. Aktual'nye problem intensifikatsii proizvodstva produktsii zhivotnovodstva [Actual problems of intensification of livestock production]. Zhodino, Izdatel'stvo NAN Belarusi, 2005, 131 p. (In Russ.).

2 Mishchenko V.A., Dumova V.V., Black O.Iu. Especially the mass associated respiratory disease of adult cattle. *Veterinariia Kubani*. [Veterinary of Kuban], 2011, no. 3. pp. 13-14. (In Russ.).

3 Mishchenko V.A., Mishchenko A.V. Diseases of the limbs in highly productive cows. *Veterinarnaia patologiya*. [Veterinary pathology], 2007, no. 2. pp. 138-143. (In Russ.).

4 Ratoshnyi A., Andreev N., Kurdova N. Full feeding cows. *Zhivotnovodstvo Rossii*. [Livestock Russia], 2010, no. 6, pp. 39. (In Russ.).

5 Zhukov I. V., Mikhailova G. A. Rekomendatsii po kormleniiu krupnogo rogatogo skota i labortornomu kontroliu za urovnem kormleniia [Guidance for feeding cattle and laboratory monitoring of feeding level]. Lipetsk, Izdatel'stvo LGPU, 2007. 84 p. (In Russ.).

6 Sidorchuk A.A., Kirillov L.V., Karavaev Iu.D. Problems of combating microbacterium: misconceptions and reality. *Veterinariia*. [Veterinary medicine], 2006, no. 2. pp. 5-6. (In Russ.).

7 Khuzin D.A., Makaev Kh.N., Khusniev F.A., Latfullin A. N. et al. Etiology, pathogenesis and control measures microbacterium cattle. *Veterinarnyi vrach*. [Veterinarian], 2010, no. 5, pp. 49-51. (In Russ.).

8 Dom L. D., Chrousos G.P. The endocrinology of stress and stress system disorders in adolescence. *Endocrinol. Metabol. Clin. N.Am*, 1993, vol. 22, pp. 685-700.

УДК 58.02

Профессор Г.П. Дудин, директор учебно-опытного поля Н.А. Жилин, старший преподаватель С.С. Гребнева

(ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА) кафедра биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии. тел. (8332) 57-43-37
E-mail: zhilin.nickolaj@gmail.com

Professor G.P. Dudin, director of training –experimental field N.A. Zhilin, senior lecturer S. S. Grebneva

(Federal State Budget Educational Establishment of Higher Professional Education Vyatka State Agricultural Academy) Department of Plant Biology, Plant Breeding, Seed Production, and Microbiology
phone (8332) 57-43-37
E-mail: zhilin.nickolaj@gmail.com

Стимулирующий эффект лазерного красного света, дальнего красного света и карбоната натрия на первоначальных этапах онтогенеза ячменя

The stimulating effect of laser red light, far red light and sodium carbonate at the initial stages of barley ontogenesis

Реферат. Современное экологическое состояние среды и неправильное питание человека причина многих болезней. Правильное питание – это потребление необходимого количества белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов. Фотосинтез – свойство растений создавать органические вещества из углекислого газа и воды – первоисточник существования, процветания и развития жизни на Земле. Сок проростков ячменя – источник физиологически активного хлорофилла, макро- и микроэлементов, витаминов А, В₂, В₃, В₅, В₆, В₈, Е и К. Известно стимулирующее действие лазерного красного света с длиной волны 638,2 нм (ЛКС) на энергию прорастания, всхожесть семян и продуктивность, урожайность различных сельскохозяйственных культур. Поэтому данные исследования являются актуальными в настоящее время. В результате исследования получено резкое снижение энергии прорастания и всхожести ячменя при замачивании в 1 н растворе карбоната натрия, а также изменения соотношения калий-натриевого баланса в растениях. При этом при снижении концентрации карбоната натрия до 0,1 н раствора наблюдается повышение содержания пигментов у ячменя на седьмые сутки. Подобным стимулирующим эффектом обладает лазерный красный свет. При обработке семян ЛКС в растениях ячменя наблюдается повышенное содержание хлорофилла. Дальний красный свет с длиной волны 754±10 нм является фактором, который вызывает депрессию по данным признакам. Используя данные факторы можно управлять содержанием хлорофилла и натрий-калиевым балансом на первоначальных этапах онтогенеза ячменя в технологии получения ячменного сока или порошка для здорового и правильного питания человека.

Summary. Modern ecological state of the environment and human unhealthy diet cause many diseases. A healthy diet is the one that contains adequate amounts of proteins, fats, carbohydrates, vitamins, macronutrients and micronutrients. Photosynthesis i. e. the process by which plants produce organic compounds from carbon dioxide and water, is the source of life, the source of evolution and proliferation of life forms on the Earth. Thus, the juice made from sprouted barley provides physiologically active chlorophyll, macronutrients and micronutrients, vitamins A, B₂, B₃, B₅, B₆, B₈, E and K. It is well known that light from a red laser with a wavelength of 638.2 nm has a stimulating action on the germination energy, germination ability and productivity of seeds, and on the crop yields. Therefore, this research is of primary importance today. The research result produced a sharp decline in plant vigor and germinating capacity of barley when soaking in 1n sodium carbonate solution, as well as changes in the ratio of potassium-sodium balance in plants. Thus at lower concentrations of sodium carbonate and 0.1 n sodium increasing of pigment content in barley is observed on the seventh day. The red laser light has a similar stimulating action: the chlorophyll content of barley plants increased after the red laser treatment of barley seeds. However, the chlorophyll contents were depressed when the seeds were exposed to far red light with wavelengths of 754±10 nm. Using these factors, one can manage the content of chlorophyll and sodium-potassium balance in the initial stages of barley ontogenesis in the technology of barley juice or the powder for a healthy and proper human diet.

Ключевые слова: проростки ячменя, лазерный красный свет, дальний красный свет, карбонат натрия.

Keywords: barley shoots, laser red light, far red light, sodium carbonate.

© Дудин Г.П., Жилин Н.А., Гребнева С.С., 2014

Проблема здорового питания – одна из самых актуальных в наши дни. Возникновение болезней современности обусловлено нарушением среды обитания и неправильным питанием человека: отравлением почвы, вод, воздуха отходами промышленного производства, особенно тяжелыми металлами, уменьшением содержания в почве жизненно необходимых для человека макро- и микроэлементов – «активаторов жизни», поддерживающих иммунную систему, и организм в целом.

Здоровое питание предусматривает потребление достаточного количества белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов для нормального функционирования организма.

Исследования в данной области ведутся многочисленными учеными в разных направлениях в течение уже долгого времени.

Известно, что растения являются первоисточником существования, процветания и развития жизни на Земле и в первую очередь благодаря их свойству осуществлять фотосинтез. Фотосинтез протекает практически повсеместно на нашей планете, в связи с чем суммарный эффект его колоссален. В процессе фотосинтеза зеленые растения из углекислого газа и воды создают органические вещества, служат источником ценных продуктов питания (зерна, овощей, плодов и т. д.), сырья для промышленности и строительства. В связи с этим на протяжении многих лет японский ученый, владелец большой японской фармацевтической компании – президент Института здоровья им. Хагивара в Японии Йошихиде Хагивара (Yoshihide Hagiwara) исследовал свойства соков более чем 150 разных видов растений. Среди них он выделил ячмень, наряду с пшеницей, как наилучший источник полезных веществ, необходимых организму человека для полноценного роста и развития.

Исследуя биохимический состав высушенного сока проростков ячменя, Хагивара обнаружил, что он содержит в 11 раз больше кальция и в 30 раз больше витамина B₁, чем коровье молоко, в 5 раз больше железа, чем шпинат, в 4 раза больше витамина B₁, чем мука пшеницы, в 7 раз больше витамина C, чем апельсины, богат витамином B₁₂ (80 мкг/100г). Он содержит также витамины A, B₂, B₃, B₅, B₆, B₈, E и K. Чайная ложка высушенного сока содержит около 1г протеина, 8мкг йода, 3,5мкг селена, 870 мкг железа, 62 мкг цинка и других микроэлементов [1].

Сок проростков ячменя является источником органического натрия, необходимого для желудка человека.

Стратегическая роль органического натрия заключается в процессе переваривания пищи, богатой животными белками, сахаром и низким содержанием клетчатки, которыми насыщена пища современного человека. Для переваривания такой пищи (расщепления белков до аминокислот) необходима усиленная секреция желудочного сока (соляной кислоты). Как результат, образовывается остаточное количество соляной кислоты, которая способна разрушать деликатные ткани эпителия желудка и кишечника. Для предотвращения этого организм включает механизмы нейтрализации излишка соляной кислоты, путем усиленного продуцирования органического натрия, в том числе при участии желчи, богатой натрием.

Кроме этого натрий регулирует объем жидкости в клетке и отвечает за кислотно-щелочное равновесие, поддерживает правильный баланс воды в организме.

Многочисленными научными исследованиями, начало которых датируется еще 1936 годом, установлено, что сок 7-дневных проростков ячменя содержит большое количество физиологически активных веществ, таких как витамины, минералы, ферменты и хлорофилл, которые, в общем, составляют основу жизненной энергии молодого ростка [1].

Проростки ячменя - источник физиологически активного хлорофилла. Зеленый пигмент хлорофилл (химическая формула C₅₅ H₇₀₍₇₂₎ O₅₍₆₎ N₄ Mg), благодаря которому осуществляется процесс фотосинтеза, занимает особое место среди составных компонентов растительного сока. Уникальная роль хлорофилла в процессе фотосинтеза обусловлена его способностью поглощать солнечную энергию и передавать ее другим молекулам. Хлорофилл называют плазмой растений.

Сок ячменя содержит до 70 % хлорофилла. По своей химической формуле хлорофилл напоминает гемин (составляющую гемоглобина) крови и играет основную роль в транспорте кислорода. Выявлено положительное влияние хлорофилла на работу таких жизненно важных систем органов человека.

Многочисленными опытами доказано, что хлорофилл блокирует рост и развитие патогенных бактерий и нейтрализует свободные химические радикалы, которые являются промоторами патологических процессов живого организма.

Для увеличения содержания органического натрия и хлорофилла в проростках ячменя используются различные методы и технологии: выбор сорта, питательных сред, температурных и световых факторов, применение современных удобрений и другие.

Поэтому в настоящее время перед исследователями стоит задача разработки условий для получения зеленой массы с наилучшим комплексом необходимых веществ.

В наших исследованиях для достижения максимального улучшения показателей в качестве условий были выбраны карбонат натрия, лазерный и дальний красный свет.

Впервые влияние красного света на прорастании семян обнаружил Harry Borthwick с коллегами в опытах на салате в 1952 году. При облучении семян красным светом, длина волны $\lambda=660$ нм, всхожесть составляла практически 100 %; дальний красный свет, длина волны $\lambda=730$ нм, тормозил реакцию прорастания. При последовательном освещении красным - дальним красным - красным семена прорастают, но если последнюю вспышку света заменить на дальнюю красную, то прорастание замедлялось. Они выдвинули гипотезу, что существует пигмент-рецептор, который обладает свойством «переключаться» при действии внешнего стимула: красного или дальнего красного света [2].

Позднее стимулирующее действие лазерного красного света (ЛКС) на энергию прорастания, всхожесть семян и продуктивность различных культур, отмечено многими авторами на ячмене и других сельскохозяйственных культурах [3, 4]. Кроме того, лазерное излучение в красной области спектра применяют для повышения устойчивости растений к болезням и вредителям, для изменения анатомических структур [5].

Предпосевная обработка семян ЛКС способствует повышению урожайности ячменя [6].

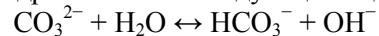
Концентрация Na^+ в ксилемном соке составляет 2-4 % от концентрации в почвенном растворе. В клетках растений поддерживается концентрация калия в цитоплазме на уровне 100-200 мМ, натрия 10-30 мМ. Часто подавление роста большинства культур наблюдается уже при концентрации Na^+ выше 40 мМ. Калий является наиболее распространенным катионом в клетках растений и составляет 6-10 % от сухого веса, участвует в многочисленных функциях, таких как регулирование осмотического и тургорного давления, элек-

трического потенциала мембраны, движения устьиц. Калий регулирует pH в цитозоле, активирует более 50 важнейших ферментов для многочисленных обменных процессов, в том числе фотосинтеза, окислительного метаболизма, синтез белка, и другие, которые не может заменить Na^+ . Таким образом, K^+ имеет важное значение в поддержании оптимального метаболизма клетки [7].

Токсичность Na^+ обусловлена нарушением калийного гомеостаза как в клетке, так и во всем растении. Изучено, что ионы натрия обладают токсическим действием для нормального функционирования флоремы [8].

В нормальных физиологических условиях у растений поддерживается высокий K^+/Na^+ коэффициент. Поддержание концентраций ионов в цитоплазме основывается на балансе входящих и выходящих потоков этого иона. Учитывая, что разность потенциалов на мембране составляет -140 мВ, увеличение внеклеточной концентрации Na^+ создаст большой электрохимический градиент в пользу пассивного транспорта Na^+ в клетку. В настоящее время Na^+ предположительно поступает в растение через ионные каналы с помощью переносчиков [9].

Карбонат натрия (Na_2CO_3) – натриевая соль угольной кислоты. В водном растворе карбонат натрия гидролизует, это обеспечивает щелочную реакцию среды. В ионной форме, уравнение гидролиза имеет следующий вид:



Приведенные данные свидетельствуют, что красный, дальний красный свет и карбонат натрия оказывают разнообразное и сложное влияние на рост и физиологические процессы растений. Реакции на данные воздействия наблюдаются как на уровне семян, так и вегетирующих растений. Происходит воздействие на отдельные органы и ткани, процессы обмена веществ, роста, дифференцировки и размножения. Влияние сигналов видимого света на содержание гормонов в клетках и тканях растений нарушает процесс репликации ДНК и обуславливает появление мутаций. Актуально изучение реакции семян на предпосевную обработку карбонатом натрия, красным и дальним красным светом в связи с процессами мутагенеза.

Семена ячменя сорта Биос 1 подвергались обработке физическими и химическими факторами.

Воздушно-сухие и замоченные в дистиллированной воде семена облучали лазер-

ным красным излучением и дальним красным светом. В качестве источника лазерного красного света (ЛКС) использовали гелий-неоновый лазер (установка ОКГ-12-1) с длиной волны 632,8 нм. Режим облучения непрерывный, экспозиция 60 минут, плотность мощности луча 0,3 мВт/см².

Дальний красный свет (ДКС) с длиной волны 754±10 нм получали от электрической лампы накаливания через интерференционный светофильтр с применением осветителя ОИ-19, плотность мощности 0,3 мВт/см².

Контроль плотности мощности луча осуществляли с помощью прибора ИПМ-1

Замачивание семян в воде и в растворе карбоната натрия с концентрациями 0,01 н, 0,1 н и 1 н проводилось в течение 12 часов при комнатной температуре.

Выбор доз карбоната натрия объясняется тем, что в концентрации 0,1 н калий используется в растворе Кнопа.

Кроме того, большинство растений не могут переносить концентрацию Na⁺ в цитоплазме более 100 мМ [Уео А, 1998, Munns R. 2005].

В опыт включены комплексные варианты, где семена обрабатывали красным и дальним красным излучением, карбонатом натрия. В совместных вариантах карбонат натрия применяли в концентрации 0,1 н. В качестве контроля использовали семена, замоченные в дистиллированной воде.

Схема опыта включает следующие варианты:

1. Контроль (семена, замоченные в дистиллированной воде)
2. Na₂CO₃ – 0,01н
3. Na₂CO₃ – 0,1н
4. Na₂CO₃ – 1н
5. Дист. вода + ЛКС
6. Дист. вода + ДКС
7. Na₂CO₃0,1н + ЛКС
8. ЛКС + Na₂CO₃0,1н
9. Na₂CO₃0,1н + ДКС
10. ДКС + Na₂CO₃0,1н
11. ЛКС + Na₂CO₃0,1н + ДКС
12. ДКС + Na₂CO₃0,1н + ЛКС

Содержание хлорофилла определяли по методу Hartmut K. Lichtenthaler and Claus-Buschmann (2001) в семидневных проростках ячменя. Хлорофилл экстрагировали 100 % ацетоном и определяли с помощью спектрофотометра «ShimadzuUVmini – 1240» (Shimadzu, Япония) [10].

По методике ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести» в редакции 23.06.2009 года на двух слоях увлажненной бумаги размером 10х100 см раскладывали одну пробу семян зародышами вниз на расстоянии 2-3 см от верхнего края. Сверху семена накрывали полоской увлажненной бумаги такого же размера, затем полосы неплотно свертывали в рулон и помещали в вертикальном положении в растильню (температура 21-23 °С) с дистиллированной водой. Повторность опыта четырехкратная. Учеты согласно данной методике проводили на третьи сутки (энергия прорастания, длина корешка, длина проростка) и на седьмые сутки (всхожесть, длина корешка, длина проростка). После последних измерений вся масса была передана в ФГУПЦАС «Кировский» для определения сухого вещества в образцах (ГОСТ Р 52838-2007), а также содержания в них калия (ГОСТ 30504-97) и натрия (ГОСТ 30503-97).

Энергия прорастания достоверно была меньше в вариантах замачивания в 1 н растворе Na₂CO₃; ЛКС + Na₂CO₃ 0,1н; 0,1н Na₂CO₃+ ДКС и составляла соответственно 40,00 %, 64,50 %, 63,75 %, в контроле 77,50 %.

Наблюдалась тенденция к снижению длины корешка и coleoptile при увеличении концентрации карбоната натрия. При замачивании в 1 н растворе Na₂CO₃ полностью отсутствовало coleoptile, а длина корешка была в 5,5 раз меньше, чем в контроле. Кроме того во всех вариантах, кроме замачивания в 0,01 н растворе Na₂CO₃ и семян, замоченных в воде + ДКС, отмечено достоверное снижение длины корешка от 0,63 см до 2,26 см. Длина coleoptile была достоверно ниже в вариантах: замачивание в 1 н растворе Na₂CO₃ (coleoptile отсутствовало); 0,1 н Na₂CO₃+ ЛКС (0,16 см); ЛКС + Na₂CO₃ 0,1н (0,14 см); ДКС + Na₂CO₃ 0,1н + ЛКС (0,16 см). Наблюдается тенденция при совместном действии лазерного и дальнего красного света в вариантах ЛКС + Na₂CO₃ 0,1 н + ДКС и ДКС + Na₂CO₃ 0,1 н + ЛКС по увеличению длины корней трехдневных проростков, в отличие от вариантов обработки одним спектром изучаемого света.

На седьмые сутки подтвердилась тенденция того, что максимальная концентрация карбоната натрия оказывает угнетающее действие на прорастание семян ячменя (таблица 1).

Т а б л и ц а 1
Количественные показатели ячменя сорта Биос 1
на седьмые сутки

Вариант	Всхожесть, %	Длина корешка, см	Длина проростка, см
1. Контроль (зам. в дис. воде)	78,50	14,49	11,51
2. Замоч. в 0,01 н раст. Na_2CO_3	76,75	11,95	12,05
3. Замоч. в 0,1 н раст. Na_2CO_3	75,75	13,19	12,32
4. Замоч. в 1 н раст. Na_2CO_3	44,00*	11,40	9,17*
5. Семена замоч. в воде + ЛКС	75,25	12,75	11,81
6. Семена замоч. в воде + ДКС	78,00	14,59	12,08
7. 0,1 н Na_2CO_3 + ЛКС	70,00	13,17	11,95
8. ЛКС + Na_2CO_3 0,1 н	71,00	14,02	11,76
9. 0,1 н Na_2CO_3 + ДКС	67,25	13,78	11,61
10. ДКС + Na_2CO_3 0,1 н	72,50	13,99	10,94
11. ЛКС + Na_2CO_3 0,1 н + ДКС	71,00	13,43	11,36
12. ДКС + Na_2CO_3 0,1 н + ЛКС	69,75	15,09	11,75
НСР 0,95	11,57	4,67	1,50

Примечание * – Существенные различия при НСР 0,95

Существенное снижение всхожести до 44 % отмечено в варианте замачивания в 1 н растворе Na_2CO_3 , в контроле 78,50 %, другие варианты не оказали существенного влияния на всхожесть семян ячменя.

Наибольшая длина корня наблюдалась в варианте ДКС + Na_2CO_3 0,1 н + ЛКС и составила 15,09 см, в контроле 14,49 см; наибольшая длина проростка - в варианте замачивания в 0,1 н растворе Na_2CO_3 (12,32 см), в контроле 11,51 см. Существенное снижение длины проростка на 2,34 см произошло в варианте замачивания в 1 н растворе Na_2CO_3 .

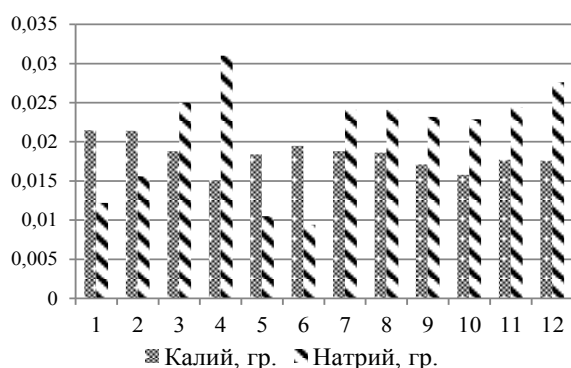


Рисунок 1. Содержание калия и натрия в сухом веществе семидневных проростков ячменя

По данным анализа ФГУПЦАС «Кировский» был построен график содержания калия и натрия в 7 дневных проростках ячменя (рисунок 1).

В контроле примерно стандартное соотношение K^+/Na^+ , то есть 2 к 1. При увеличении концентрации происходит постепенное замещение натрием калия и в 4 варианте (замачивание в 1 н растворе Na_2CO_3), при максимальной концентрации Na_2CO_3 соотношение K^+/Na^+ меняется и становится 1 к 2. При рассмотрении 5 и 6 вариантов можно сделать вывод о том, что ЛКС и ДКС стимулируют прорастание семян, при этом сохраняется соотношение между K^+ и Na^+ , но уменьшается их содержание в проростках.

При рассмотрении комплекса вариантов 3, 7, 8, 9 и 10 наблюдается тенденция к снижению содержания калия в вариантах с обработкой ДКС сухих семян и последующем замачивании в растворе Na_2CO_3 . Данную закономерность можно объяснить тем, что обработка ДКС, вероятнее всего, нарушает каналы, отвечающие за вынос калия из клетки, при этом обработка лазерным светом наоборот способствует большему поступлению натрия.

Таким образом, при увеличении концентрации Na_2CO_3 происходит накопление Na^+ в проростках ячменя и уменьшение концентрации K^+ . Обработка лазерным и дальним красным светом на первоначальных этапах приводит к замедлению ростовых процессов, а при дальнейшем замачивании в растворе карбоната натрия, еще больше затормаживает процесс прорастания семян.

Полученное значение в контроле (таблица 2) соответствует содержанию хлорофиллов а и b в мкг на грамм сырой массы или на единицу площади листа.

Т а б л и ц а 2
Качественные показатели ячменя сорта Биос 1
на седьмые сутки в лабораторном опыте,
гр. на мг сухой массы

Вариант	Содержание хлорофилла а	Содержание хлорофилла b	Содержание каротина $\lambda=470$
1	2	3	4
1. Контроль (зам. в дис. воде)	31,22	7,54	5,03
2. Замоч. в 0,01 н раст. Na_2CO_3	31,63	8,59	5,31
3. Замоч. в 0,1 н раст. Na_2CO_3	39,83*	11,52*	6,16*
4. Замоч. в 1 н раст. Na_2CO_3	27,17	8,05	5,11
5. Семена замоч. в воде + ЛКС	36,81*	11,09*	5,98*
6. Семена замоч. в воде + ДКС	27,83	7,79	4,09*
7. 0,1 н Na_2CO_3 + ЛКС	27,03	9,70*	4,06*

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
8. ЛКС + Na ₂ CO ₃ 0,1н	30,09	8,60	4,51
9. 0,1н Na ₂ CO ₃ + ДКС	28,97	8,37	4,66
10. ДКС + Na ₂ CO ₃ 0,1н	25,68*	8,48	4,74
11. ЛКС + Na ₂ CO ₃ 0,1н + ДКС	29,94	8,74	4,97
12. ДКС + Na ₂ CO ₃ 0,1н + ЛКС	25,68*	4,44*	4,44
НСР _{0,95}	5,48	2,13	0,94

Примечание * – Существенные различия при НСР 0,95

Достоверное повышение суммарного содержания каротиноидов у растений проявляется при замачивании в 0,1 н растворе Na₂CO₃ в течение 12 часов, а так же при замачивании в дистиллированной воде на протяжении 12 часов с последующим облучением лазерным красным светом с экспозицией 60 минут. Достоверное снижение содержания хлорофилла а происходило в варианте ДКС + Na₂CO₃ 0,1 н на 5,54 г и ДКС + Na₂CO₃ 0,1 н + ЛКС на 5,54 г, в контроле 31,22 г на мг сухой массы.

Предполагается, что наиболее важными причинами снижения активности светособирающего комплекса II в присутствии повышенных концентраций соли являются изменение структуры белков реакционного центра. Достоверное снижение содержания хлорофилла b отмечалось в варианте ДКС + Na₂CO₃

0,1 н + ЛКС на 3,1 г на мг сухой массы. Достоверное снижение каротина отмечено в вариантах замачивания в воде + ДКС на 0,94 г и 0,1 н Na₂CO₃+ ЛКС на 0,97 г на мг сухой массы.

Таким образом, 1 н концентрация Na₂CO₃ оказывает существенное влияние на развитие растений ячменя на ранних этапах онтогенеза, резко снижая энергию прорастания, всхожесть, длину корней и листьев. Кроме того, на седьмые сутки отмечено кардинальное изменение соотношения K⁺/Na⁺ в растениях. 0,1 н концентрация карбоната натрия достоверно повышала суммарное содержание каротиноидов у растений ячменя на 7 сутки.

Таким образом, можно управлять содержанием хлорофилла и натрия, а также другими полезными для человека веществами, воздействуя карбонатом натрия, ДКС и ЛКС. Причем, сочетая данные факторы друг с другом в разной последовательности и с разной концентрацией, можно достичь как положительного, так и отрицательного эффекта. 0,1 н раствор карбоната натрия и ЛКС могут быть использованы для повышения содержания хлорофилла и органического натрия на первых этапах онтогенеза ячменя в технологии получения ячменного сока или порошка для здорового и правильного питания человечества.

ЛИТЕРАТУРА

1 Уникальные целебные свойства сока ростков пшеницы и ячменя [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://you-life.info/index.php?option=com_mtree&task=viewlink&link_id=79.

2 Borthwick H.A., Hendricks S.B., Parker M.W., Toole E.H. et al. A reversible photoreaction controlling seed germination // Proceedings of the National Academy of Sciences USA. 1952. V. 38. P. 662-666.

3 Кривошеина О.С., Дудин Г.П. Мутагенное действие излучения гелий-неонового лазера и дальнего красного света на ячмень сорта Зазерский 85 // Сельскохозяйственная наука Северо-Востока европейской части России. 1995. Т. 1. С. 123-129.

4 Hernandez A.C., Carballo C.A., Cruz-Orea A., San M.M.E. et al. Photoacoustic spectroscopy applied to the study of the influence of laser irradiation on corn seeds // J. Phys. France. EDP Sciences, Les Ulis. 2005. V. 125. P. 853-855.

5 Габова О.Н. Создание исходного материала для селекции ярового ячменя с использованием лазерного излучения, гибберелловой и абсцизовой кислот: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2002. 26 с.

6 Калимулин А.Н., Неленов Н.А. О предпосевном стимулировании семян яровых зерновых культур // Агро XXI. 1999. № 7. С. 21-23.

7 Munns R.A. Genes and salt tolerance: bringing them together // New Phytologist. 2005. V. 167. P. 645-663.

8 Takahashi R., Nishio T., Ichizen N., Takano T. Cloning and functional analysis of the K⁺ transporter, PhaHAK2, from salt-sensitive and salt-tolerant reed plants // Biotechnology Letters. 2007. V. 29. P. 501-506

9 Алехина Н.Д., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф. и др Физиология растений. М.: Академия, 2007. 640 с.

10 Hartmut K. L., Claus B. Germany Chlorophylls and Carotenoids: UV-VIS Spectroscopy F4.3.8 Supplement 1 // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. 2001. P. F4.3.1-F4.3.8.

REFERENCES

1 Unikal'nye tselebnye svoistva sokov rostkov pshenitsy i iachmenia [Unique healing properties of the juice of wheat germ and barley]. Available at: http://you-life.info/index.php?option=com_mtree&task=viewlink&link_id=79. (In Russ.).

2 Borthwick H.A., Hendricks S.B., Parker M.W., Toole E.H. et al. A reversible photoreaction controlling seed germination. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 1952, vol. 38, pp. 662-666.

3 Krivosheina O. S., Dudin G. P. Mutagenic action of radiation of helium-neon laser and far red light on barley varieties Zasursky 85. Sel'skokhoziaistvennaia nauka Severo-Vostoka evropeiskoi chaste Rossii. [Agricultural science North-East of European part of Russia], 1995, vol. 1, pp. 123 – 129. (In Russ.).

4 Hernandez A.C., Carballo C.A., Cruz-Orea A., San M.M.E. et al. Photoacoustic spectroscopy applied to the study of the influence of laser irradiation on corn seeds. J. Phys. France. EDP Sciences, Les Ulis, 2005, vol. 125, pp. 853-855.

5 Gabova O. N. Sozdanie iskhodnogo materiala dlia selektsii iachmenia s ispol'zovaniem lazernogo izlucheniia, gibberellovoi i abstsizovoi kislot. Avtoref. diss. kand. boil. nauk [Create source

material for breeding of spring barley using laser radiation, gibberellic and abscisic acid. Cand. boil. sci. diss. abstr.], Moscow, 2002. 26 p. (In Russ.). Kalimulin A. N., Nemenov N. A. About preposi by stimulation of seeds of spring crops. *Agro XXI*. [Agro XXI], 1999, no. 7, pp. 21-23. (In Russ.).

6 Munns R.A. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 2005, vol. 167, pp. 645-663.

7 Takahashi R., Nishio T., Ichizen N., Takano T. Cloning and functional analysis of the K⁺ transporter, PhaHAK2, from saltsensitive and salt-tolerant reed plants. *Biotechnology Letters*, 2007, vol. 29, pp. 501-506

8 Alekhina N.D., Balnokin Iu.V., Gavrilentkov V.F. et al. Fiziologiya rastenii [Plant physiology], Moscow, Akademiia, 2007. 640 p. (In Russ.).

9 Hartmut K. L., Claus B. Germany Chlorophylls and Carotenoids: UV-VIS Spectroscopy F4.3.8 Supplement 1. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 2001, pp. F4.3.1-F4.3.8.

УДК 664.144

Заведующий кафедрой Г.О. Магомедов, профессор А.А. Шевцов
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарных, кондитерских, макаронных и зерноперерабатывающих производств. тел. (473) 255-65-11
E-mail: shevalol@rambler.ru

помощник генерального директора Е.А. Острикова
(ОАО «Мукомольный комбинат «Воронежский») тел. (473) 252-35-40
E-mail: power-of-inspiration@yandex.ru

The head of the department TBCMGP G.O. Magomedov,
professor A.A. Shevtsov
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of breadmaking, confectionary, macaroni and grain-processing production technology. phone (473) 255-65-11
E-mail: shevalol@rambler.ru

General manager assistant E.A. Ostrikova
(OJSC «Milling plant «Voronezhskii») phone (473) 252-35-40
E-mail: power-of-inspiration@yandex.ru

Разработка технологии помадных конфет повышенной пищевой ценности на основе обжаренного цикорного полуфабриката

Development of technology for fondant candies with the enhanced nutritional value on the basis of roasted semi finished chicory

Реферат. Выполнена серия опытов по приготовлению помадных конфет с заменой части сахара на размолотый цикорный полуфабрикат в количестве 2-4 %. Анализ дифференциальных и интегральных кривых распределения частиц и кристаллов сахарозы помадных масс показал, что с увеличением массовой доли цикория снижается дисперсность. Изучено влияние фруктозы и пищевых волокон на структурообразование помадных масс. Если фруктоза, как антикристаллизатор, задерживает процесс кристаллического структурообразования, то пищевые волокна за счет высокой гидрофильности и водоудерживающей способности повышают пересыщение жидкой фазы с одной стороны, а с другой – повышают эффективную вязкость масс, что приводит к формированию кристаллической структуры и жидкой фазы высокой вязкости. Определены реологические характеристики помадных масс. Анализ кривых течения конфетных масс с применением порошкообразного цикорного полуфабриката показал, что они независимо от рецептурного состава относятся к псевдопластическим реологическим телам. Структурно-механические свойства конфетных масс при формировании зависят от содержания в них влаги и других жидких компонентов, температуры, скорости деформации, продолжительности механического воздействия и др. Исследования процесса структурообразования конфетной массы в комнатных условиях (20 °C) показали, что с увеличением концентрации цикория ускоряется процесс структурообразования и величина пластической прочности конфет значительно выше при содержании цикория 3 % по сравнению с 2 %. Выполнен сравнительный анализ показателей качества помадных конфет с различной дозировкой цикория. Повышением дозировки добавки в конфетах повышается процент редуцирующих веществ, что замедляет высыхание изделий при хранении и продлевает их срок годности. Содержание жидкой фазы меняется прямо пропорционально в зависимости от дозировки цикория. Разработана технология получения помадных конфет с внесением обжаренного цикорного полуфабриката на стадии темперирования помадной массы. Получен продукт с высокой пищевой ценностью, а также улучшены технологические показатели производства за счет увеличения вязкости и повышения пластической прочности помадной массы. Существенно сократилась продолжительность процесса структурообразования помадных конфет при выстойке и снизился процент брака.

Summary. A series of experiments on the preparation of fondant sweets with partial replacement of sugar by 2-4 % of chicory semi-product were carried out. The analysis of differential and integral distribution curves of particles and sucrose crystals in fondant showed that dispersity reduces with the increase in the chicory content. The effect of fructose and fiber on fondant structure formation was evaluated. A fructose, being an antycrystallizer, delays the crystal structure formation, the fiber due to the high hydrophilicity and water retention capacity on the one hand enhances the supersaturation of the liquid phase, and on the other hand increases mass effective viscosity, which results in the formation of the crystal structure and the liquid phase of high viscosity. Fondant rheological characteristics were defined. Analysis of fondant mass flow curves with powdered chicory semi-product showed them to be pseudo plastic rheological bodies regardless of the recipe. Structural and mechanical properties of the fondant mass during molding depend on the moisture and other liquid components contents, temperature, strain rate, mechanical impact duration, etc. Studies of fondant mass structuring process in room conditions (20 °C) showed that structure formation process accelerates with increase in chicory concentration and the plastic strength of sweets is significantly higher at 3% chicory content as compared to 2 % content. A comparative analysis of fondant sweets quality indexes with various chicory dosages was carried out. Increase in dosage of additives in sweets increases the percentage of reducing substances that slows drying of products during storage and extends their shelf life. The increase in dosage of additives in sweets increases the percentage of reducing substances that slow drying of products during storage and extend their shelf life. The liquid phase content is directly proportional to the dosage of chicory. The technology of making fondant sweets with addition of roasted chicory semi-product while tempering fondant is developed. High nutritional value product was obtained and technological characteristics of production were enhanced by increasing the viscosity and the plastic strength of fondant. The duration of the fondant sweets structure formation while proving significantly reduced, and scrap rate decreased.

Ключевые слова: помадные конфеты, цикорный полуфабрикат, реологические характеристики, структурообразование.

Keywords: fondant sweets, chicory semi-product, rheological characteristics, structure formation.

За последние годы кондитерская промышленность существенно увеличила выпуск продукции, стремясь сделать ее доступной широким слоям населения. На данный момент разработан широкий ассортимент кондитерских изделий с использованием порошкообразных полуфабрикатов и предусмотрены технологии и оборудование для их получения [1, 2].

В качестве добавки получил распространение корень цикория – ценное растительное сырье, являющееся источником инулина (до 49 %, по другим данным до 60 %), фруктозы (4,5-9,5 %), левулозы (10-20 %) и др. Цикорий обладает лечебно-профилактическим действием: уменьшают уровень сахара в крови, улучшает обмен веществ, способствует выведению из организма холестерина, очищению организма от радиоактивных и других вредных веществ, усиливает деятельность сердца, успокаивает нервную систему и повышает защитные силы организма. Однако при производстве продукции в промышленных масштабах он вносится в виде экстракта: порошкообразного или пастообразного.

Целью работы была разработка технологии получения помадных конфет с цикорием повышенной пищевой ценности. Внесение добавки в помадные конфеты в нерастворимом виде позволит не только снизить себестоимость продукции, но и обогатит ее пищевыми волокнами [3].

Обжаренный цикорий полуфабрикат был получен следующим образом. Вымытые корни цикория обыкновенного (производитель – компания «Биоресурс») резались на кубики с линейным размером 4-5 мм и обжаривались перегретым паром атмосферного давления при ступенчатых температурно-скоростных режимах. Обжаренные корни цикория измельчались на лабораторной мельнице до порошкообразного состояния.

В ходе исследований была выполнена серия опытов по приготовлению образцов помадных конфет с различным содержанием цикорного полуфабриката и патоки с целью моделирования рецептурных соотношений. При приготовлении помадных конфет за основу была взята традиционная технология [4].

Готовили образцы помадного сиропа. Для этого взвешивали необходимые количества рецептурных компонентов. Растворяли 100 г сахара-песка (за вычетом его количества, заменяемого на цикорий) в 25 см³ воды на медленном огне при нагревании в алюминиевой чашке при перемешивании, добавляли 15 г низкосахаренной патоки, подогретой до 60 °С, помадный сироп уваривали до температуры 114 °С, соответствующей содержанию сухих веществ 88 %, что подтверждают показания рефрактометра,

при этом слегка перемешивая. В конце уваривания перемешивание прекращали. Сваренный сироп охлаждали в воде до 60-70 °С, слегка перемешивая, перемешали в темперирующую ячейку, соединенную с термостатом, и темперировали. Начинали сбивание мешалкой, регулируя частоту ее вращения. Сбивание прекращали после образования кристаллов. Добавляли цикорий порошкообразный полуфабрикат в дозировке 2-4 % к общей массе сырья, заменяя им часть сахара по сухому веществу, и снова перемешивали 1-2 мин при той же частоте вращения мешалки, добиваясь однородности массы. Массу отливали в силиконовые формы. Выстойка длилась 40 минут.

Важными структурно-механическими показателями помадной массы являются вязкость, пластическая прочность и дисперсность частиц кристаллов сахарозы. Следовательно, представляет большой научный и практический интерес изучить реологические свойства помадных масс при применении порошкообразного обжаренного цикория. Порошкообразный цикорий имеет следующий состав: 4 % воды, 16 % фруктозы, 80 % экстрактивных веществ, 2 % белков; 4,5 % золы, 0,4 % цикореоля, 45,2 % пищевых волокон, в том числе 40 % инулина, также содержит аминокислоты и минеральные вещества [3]. Причем наибольшее влияние оказывают на процесс структурообразования помадных масс пищевые волокна (инулин, гемицеллюлоза, целлюлоза, пектин). Влияние фруктозы и пищевых волокон на структурообразование различное. Если фруктоза, как антикристаллизатор, задерживает процесс кристаллического структурообразования, то пищевые волокна за счет высокой гидрофильности и водоудерживающей способности повышают пересыщение жидкой фазы с одной стороны, а с другой – повышают эффективную вязкость масс, что приводит к формированию кристаллической структуры и жидкой фазы высокой вязкости [2].

Твердые частицы растительной ткани порошкообразного цикория, имея абразивную и высокую удельную поверхность [2], могут выступать как зародыши для центров кристаллизации, тем самым ускоряя процесс рекристаллизации кристаллов сахарозы помадной массы, снижая дисперсность.

Анализ дифференциальных и интегральных кривых распределения частиц и кристаллов сахарозы помадных масс с применением порошкообразного цикория в долях 2 % и 3 % показал, что с увеличением массовой доли цикория снижается дисперсность (рисунок 1, 2).

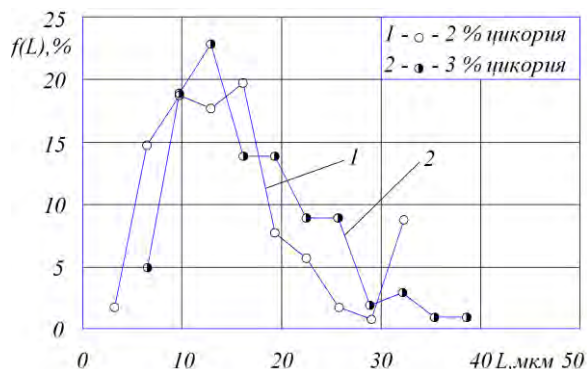


Рисунок 1. Дифференциальные кривые распределения частиц и кристаллов сахарозы помадных масс с применением порошкообразного обжаренного цикория

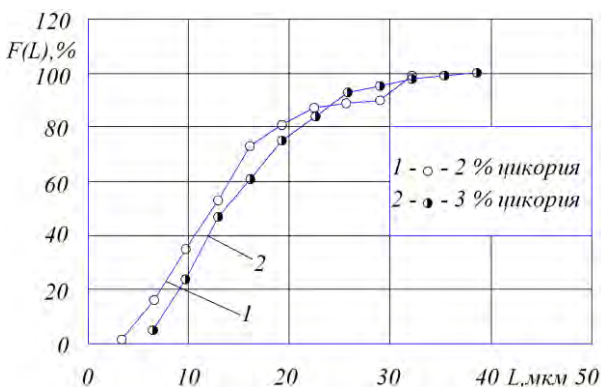


Рисунок 2. Интегральные кривые распределения частиц и кристаллов сахарозы помадных масс с применением порошкообразного обжаренного цикория

Помимо этого были исследованы реологические характеристики помадных масс с 2 % и 3 % содержанием цикорного полуфабриката при температуре 70 °С. Зависимости эффективной вязкости от напряжения сдвига и скорости сдвига, а также скорости сдвига от напряжения сдвига представлены на графиках (рисунки 3, 4, 5).

Анализ кривых течения конфетных масс с применением порошкообразного цикорного полуфабриката показал, что они независимо от рецептурного состава относятся к псевдопластическим реологическим телам, о чем свидетельствует значительная величина предельного напряжения сдвига и существенная нелинейность кривых течения (рисунок 4).

Структурно-механические свойства конфетных масс при формовании зависят от содержания в них влаги и других жидких компонентов, температуры, скорости деформации, продолжительности механического воздействия и др.

При деформации помадных масс на основе порошкообразного цикорного полуфабриката, как и других структурированных систем, имеет место аномалия вязкости (рисунок 5). С увеличением градиента скорости при постоянной температуре эффективная вязкость

уменьшается. Причем при незначительном увеличении $\dot{\gamma}$ (от 0 до 6 с^{-1}) наблюдается резкое снижение вязкости. В этот момент идет лавинное разрушение структуры за счет разрыва связей и переориентации частиц твердой фазы. Дальнейшее увеличение градиента скорости вызывает незначительное уменьшение эффективной вязкости до минимального значения, соответствующего вязкости разрушенной структуры. При градиенте скорости $\dot{\gamma} > 20 \text{ с}^{-1}$ эффективная вязкость остается практически постоянной [4, 5].

На графиках видно, что повышение дозировки цикория увеличивает эффективную вязкость помадной массы. Однако в области разрушенной структуры различия в эффективной вязкости при различных дозировках цикория незначительны.

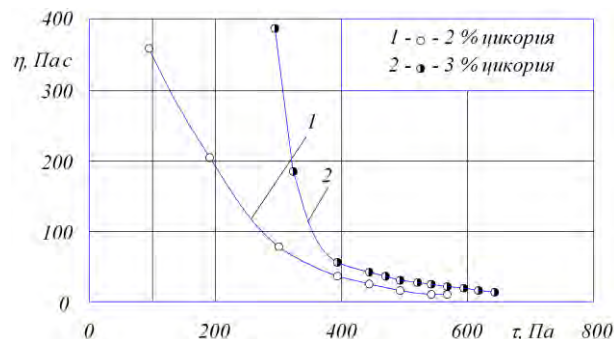


Рисунок 3. Зависимость эффективной вязкости помадной массы от напряжения сдвига

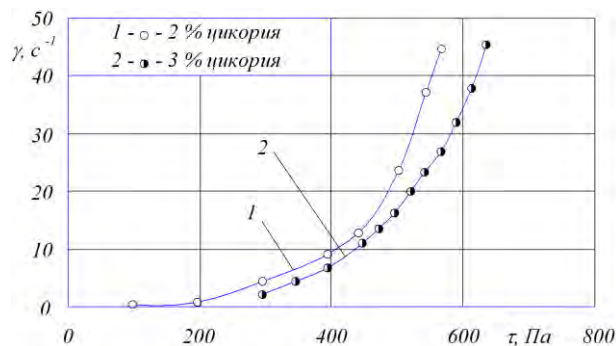


Рисунок 4. Зависимость скорости сдвига помадной массы от напряжения сдвига

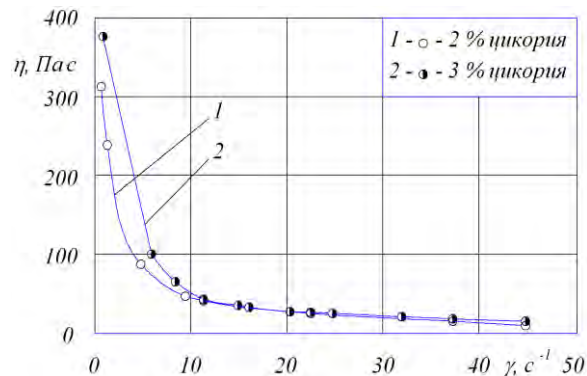


Рисунок 5. Зависимость эффективной вязкости помадной массы от скорости сдвига

При увеличении массовой доли цикория в помадной массе при постоянной влажности 10,4 % повышается эффективная вязкость при одновременном увеличении массовой доли жидкой фазы и ее сухих веществ. Этот факт свидетельствует об увеличении доли связанной влаги, ускорении структурообразования при выстойке корпусов конфет и возможной устойчивости конфет при хранении.

Надо отметить, что относительно невысокая дисперсность частиц и кристаллов в основном определяется исходной дисперсностью частиц порошкообразного цикория, что следует из существенной разницы в размерах частиц. Поэтому при органолептике помадной массы не ощущаются твердые кристаллы сахарозы.

Таким образом, принято решение о необходимости дозировки цикория в пределах 2-3 % к массе помады в temperирующую машину перед перекачиванием на отливку. Установлено, что при формировании методом отливки нежелательно увеличение концентрации цикория, так как резко повышается эффективная вязкость помадной массы, из-за чего отливка становится невозможной. Следует отметить, что с увеличением дозировки цикория до 3 % существенно повышается и температура temperирования и отливки помадной массы (до 75 °C).

Исследования процесса структурообразования конфетной массы в комнатных условиях (20 °C) показали, что с увеличением концентрации цикория ускоряется процесс структурообразования и величина пластической прочности конфет значительно выше при содержании цикория 3 % по сравнению с 2 % (рисунок 6).

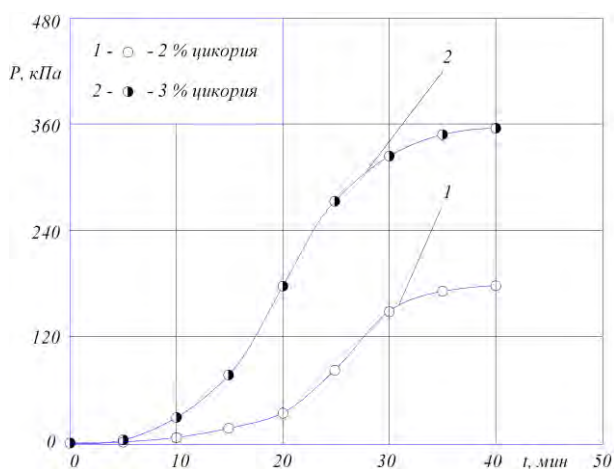


Рисунок 6. Структурообразование помадных масс в процессе выстойки

При выстойке корпусов конфет в условиях шкафа ускоренной выстойки при 10-15 °C процесс структурообразования конфет при содержании цикория 2-3 % завершается менее чем за 15-20 мин.

Качество помадных конфет регламентируется соответствующими стандартами по органолептическим (вкус и запах, внешний вид) и физико-химическим (массовая доля сухих веществ, массовая доля редуцирующих веществ) показателям качества. Каждый из этих показателей оказывает существенное влияние на качество вырабатываемых изделий. Массовая доля сухих веществ определяет консистенцию и прочность конфет, что играет существенную роль при выемке из форм и транспортировке готовой продукции. Как видно из данных таблицы 1, с повышением содержания цикорного полуфабриката содержание свободной влаги снижается из-за связывания ее пищевыми волокнами. Достаточно высокие показатели содержания сухих веществ снижают вероятность деформации и, как следствие, брака конфет.

С повышением дозировки добавки в конфетах повышается процент редуцирующих веществ за счет наличия в цикории значительного количества фруктозы (16 %). Это играет положительную роль, поскольку замедляется высыхание изделий при хранении, что продлевает срок годности.

Содержание жидкой фазы меняется прямо пропорционально в зависимости от дозировки цикория. Это можно объяснить переходом фруктозы в раствор, за счет чего активизируются ее свойства антикристаллизатора. Увеличение содержания жидкой фазы также продлевает срок годности изделий.

Органолептические и физико-химические показатели качества помадных конфет представлены в таблице 1. Определение массовой доли сухих веществ в помадной массе проводилось рефрактометрическим методом, редуцирующих веществ – феррицианидным методом. Количество жидкой фазы определяли с помощью гидравлического пресса (ПГПР). Дисперсность помадных конфет была определена микроскопическим анализом, а эффективная вязкость – на вискозиметре РВ-8.

Сравнительная характеристика показателей качества помадных конфет

Наименование показателей	Помадные конфеты неглазирванные по ГОСТ 4570-93	Контроль	С добавкой цикорного полуфабриката, %		
			2	3	4
Органолептические					
Вкус и запах	Характерные для данного наименования конфет, ясно выраженные		С легким привкусом цикория	С выраженным привкусом цикория	Горький привкус
Внешний вид	Свойственный для данного наименования конфет. Должны иметь сухую не липкую поверхность. Не должны иметь на поверхности скопленный укрупненных кристаллов сахара в виде светлых пятен	Белого цвета	Светло-коричневого цвета	Коричневого цвета	Темно-коричневого цвета
		Соответствуют требованиям ГОСТ4570-93			
Физико-химические					
Массовая доля сухих веществ, %	не менее 84	87,6	89,0	89,6	90,0
Массовая доля редуцирующих веществ, %	не более 14	5,11	5,59	6,11	6,92
Жидкая фаза, %	-	40	43,3	44,3	45,5
Твердая фаза, %	-	60	56,7	55,7	54,5

Т а б л и ц а 2

Степень удовлетворения среднесуточной потребности при потреблении 100 г помадных конфет с цикорием

Пищевые вещества	Суточная потребность	Содержание в 100 г и степень удовлетворения потребности при потреблении конфет			
		Контроль		С внесением цикория	
		г	%	г	%
Белки, г	100	0	0	0,052	0,052
Жиры, г	100	0,049	0,049	0,057	0,057
Углеводы, г	450	88,15	19,59	87,11	19,36
Пищевые волокна, г	30	0	0	1,177	3,923
Минеральные вещества, мг					
K	3500	0	0	14,575	0,416
Na	550	0	0	8,629	1,569
Ca	900	0	0	10,883	1,209
Mg	400	0	0	2,392	0,598
Fe	15	0	0	0,150	1,000
Cu	4	0	0	0,045	1,125
Mn	2,25	0	0	0,030	1,333
Zn	17,5	0	0	0,045	0,257
Энергетическая ценность, ккал	2500	335,17	13,41	331,78	13,27

Степень удовлетворения среднесуточной потребности человека в основных пищевых веществах при потреблении 100 г помадных конфет с цикорием представлена в таблице 2. Содержание пищевых веществ в помадных конфетах определялось по стандартным методикам по ГОСТ Р 51429-99, ГОСТ Р 53600-2009, ГОСТ 8756.13-87, ГОСТ Р 51938-2002 и ГОСТ Р 51240-98.

Разработанная технология получения помадных конфет с внесением обжаренного

цикорного полуфабриката на стадии темперирования помадной массы позволяет получить продукт с высокой пищевой ценностью, а также улучшить технологические показатели производства за счет увеличения вязкости и повышения пластической прочности помадной массы, что позволит ускорить процесс структурообразования помадных конфет при выстойке, добиться снижения процента брака и увеличить срок годности изделий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Fabry I. Boiled sweets // Sugar and confectionary manufacture. 1990. P. 144-172.
- 2 Пашченко Л. П., Жаркова И. М., Пашченко В. Л., Корниенко А. В. Применение цикория в пищевых продуктах // Пищевая промышленность. 2006. №2. С. 58-59.
- 3 Jurgonbski A., Milala J., Jusbkiewicz J., Zdunbczyk Z. et al. Composition of Chicory Root, Peel, Seed and Leaf Ethanol Extracts and Biological Properties of Their Non-Inulin Fractions // Food technology. Biotechnology. 2011. № 49 (1). P. 40-47.
- 4 Белокрылов Ю. Ф., Калинина С. М., Ломкин А. М., Мачихин Ю. А. Вискозиметрия сбивных конфетных масс // Кондитерское производство. 2005. № 4. С. 43-44.
- 5 Pauletti M. S., Venier A., Sabbag N., Stechina D. Rheological characterization of dulce de leche, a confectionary dairy product // Journal of dairy science. 1990. № 73. P. 601-603.

REFERENCES

- 1 Fabry I. Boiled sweets. Sugar and confectionary manufacture, 1990, pp. 144-172.
- 2 Pashchenko L. P., Zharkova I. M., Pashchenko V. L., Kornienko A. V. The use of chicory in food. *Pishchevaia promyshlennost'*. [Food industry], 2006, no 2, pp. 58-59. (In Russ.).
- 3 Jurgonbski A., Milala J., Jusbkiewicz J., Zdunbczyk Z. et al. Composition of Chicory Root, Peel, Seed and Leaf Ethanol Extracts and Biological Properties of Their Non-Inulin Fractions. Food technology. Biotechnology, 2011, no. 49 (1), pp. 40-47.
- 4 Belokrylov Iu.F., Kalinina S.M., Lomkin A.M., Machikhin Iu.A. Viscometry of aerated candy masses. *Konditerskoe proizvodstvo*. [Confectionery], 2005, no 4, pp. 43-44. (In Russ.).
- 5 Pauletti M. S., Venier A., Sabbag N., Stechina D. Rheological characterization of dulce de leche, a confectionary dairy product. Journal of dairy science, 1990, no. 73, pp. 601-603.

УДК 663.88

Доцент И.В. Новикова, доцент Е.А. Коротких,
профессор Г.В. Агафонов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии броидильных и сахарных производств. тел. 8(4732)553732

E-mail: noviv@list.ru

доцент С.Ф. Яковлева

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра биохимии и биотехнологии

E-mail:svetlana.yakovleva.68@mail.ru

Assistant Professor I.V. Novikova, assistant Professor E.A. Korotkikh,
professor G.V. Agafonov

Voronezh State University of Engineering Technologies, Department of technology of fermentation and sugar manufacture, phone 8(4732)553732

E-mail: noviv@list.ru

assistant Professor S.F. Iakovleva

Voronezh State University of Engineering Technologies, Department of biochemistry and biotechnology

E-mail:svetlana.yakovleva.68@mail.ru

Микробиологические аспекты технологии напитков на основе порошкообразных солодовых экстрактов

Microbiological aspects of drinks technology based on the powdered malt extracts

Реферат. Разработка пищевых продуктов для обеспечения здорового питания с расширением ассортимента выпускаемых новых продуктов с повышенной пищевой ценностью, улучшенными и заранее заданными свойствами для снабжения организма необходимыми нутриентами чрезвычайно актуальна. Исследования связаны с контролем физико-химических показателей квасного сула, приотвотвенного на разлнчном исходном сыре до и после брожения; изучением влияния рецептурных компонентов напитков на продолжительность брожения квасов с обоснованием применения в технологии напитков лакто- и бифидобактерий, определяющих их функциональные свойства. Применение в технологии напитков бактерий вида *plantarum* рода *Lactobacillus* штамма 8Р-3А позволяет: уменьшить период брожения с 16-18 ч (по классической схеме производства кваса) до 12,5-14,5 ч; увеличить стойкость кваса до 6 суток, по сравнению с утвержденным ГОСТ 5 суток для кваса, разлитого в бутылки; увеличить срок годности готового кваса до 16 суток, при температуре хранения от 0 до +6 °С, по сравнению с образцами кваса, приотвотвенных с применением *B.longum* №1-п, видимо, за счет синтеза бактериоцинов. Применение в технологии напитков бактерий вида *bifidum* рода *Bifidobacterium* штамма №1 позволяет: уменьшить период брожения с 16-18 ч (по классической схеме производства кваса) до 12,5-14,0 ч; увеличить стойкость кваса до 7 суток, увеличить срок годности готового кваса до 18 суток, при температуре хранения от 0 до +6 °С, по сравнению с образцами кваса, приотвотвенных с применением *B.longum* 1-п и *L.plantarum*. Анализ полученных данных позволяет выявить перспективы применения в технологии квасов бактерий вида *bifidum* рода штамма №1, что приведет к увеличению стойкости напитков по сравнению с характеристикой, утвержденной стандартом.

The development of new food products for ensuring a healthy diet, with the broadening of the range of new products with improved nutritional value, improved and predetermined properties to supply the body with essential nutrients is of primary importance today. The investigations deal with the monitoring of physical- and chemical parameters of the kvass wort prepared with different feedstock before and after the fermentation process; with the study of influence of beverages components on the kvass fermentation duration, with the justification of lacto- and bifidobacteria use, determining their functional properties in beverage technology. The use of bacteria of the genus *Lactobacillus plantarum* species strain-8P 3A in beverage technology allows you to: reduce the fermentation period from 16 - 18 hours (according to the classical scheme of kvass production) to 12.5 - 14.5 hours; increase the resistance of kvass to 6 days, compared to the approved Standard for 5 days bottled kvass ; increase the shelf life of the finished kvass to 16 days at a storage temperature from 0 to +6 °C, compared to kvass samples prepared with *B.longum* №1-n, probably due to the synthesis of bacteriocins. The use of bacteria of the genus *Bifidobacterium bifidum* species strain №1 in beverage technology allows you to: reduce the fermentation period from 16-18 hours (according to the classical scheme of kvass production) to 12,5-14,0 hours; increase kvass resistance up to 7 days; increase the shelf life of the finished kvass to 18 days at a storage temperature from 0 to +6 °C, compared to kvass samples prepared with *B.longum* 1 n *L.plantarum*. The analysis of the data obtained reveals the application prospects of bacteria of the genus *Bifidobacterium bifidum* species strain №1 in kvass technology which will increase the resistance of beverages compared to the characteristic of the approved standard.

Ключевые слова: гречишный солод, дрожжи, квас, молочнокислые бактерии, бифидобактерии.

Keywords: buckwheat malt, yeast, kvass, lactic acid bacteria, bifidobacteria.

© Новикова И.В., Коротких Е.А.,
Агафонов Г.В., Яковлева С.Ф., 2014

Разработка пищевых продуктов для обеспечения здорового питания с расширением ассортимента выпускаемых новых продуктов – с повышенной пищевой ценностью, улучшенными и заранее заданными свойствами для снабжения организма необходимыми нутриентами чрезвычайно актуальна.

Напитки – наиболее удобная модель для проектирования продуктов с применением различного натурального сырья, самый технологичный и приемлемый продукт для создания нового вида функционального питания. Расширение ассортимента «полезных» напитков, обладающих набором функциональных свойств, раскрывает возможности управления процессом поступления в организм человека биологически активных веществ.

Важным моментом, отражающим необходимость изменения направленности питания в современных условиях, является снижение поступления в организм пробиотиков в виде молочнокислых бактерий (далее – МКБ), бифидобактерий продуктов их метаболизма. Это вызвано, с одной стороны, реализацией повышенных гигиенических требований к выпускаемым продуктам питания, с другой – жесткими рекомендациями логистики товарного обращения [1, 2].

Безалкогольные напитки на основе зернового сырья, предлагаемые производителями на рынке с тривиальным названием «квасы брожения», предполагают участие в технологическом процессе только дрожжевой монокультуры. Необходимая величина кислотности достигается не в результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий, а внесением пищевых органических кислот – молочной или лимонной.

Процесс приготовления кваса предусматривает обязательное использование МКБ, часто без реализации технологических стадий фильтрации и пастеризации. Полезный напиток должен быть только «живым» и свежим, хорошо осветленным с помощью седиментации и декантации при низкой температуре с естественным процессом спиртового и гетероферментативного молочнокислого брожения, приготовленным с тщательным соблюдением санитарно-гигиенических требований [3].

Квас относится к группе безалкогольных напитков с ярко выраженными полезными свойствами, он богат витаминами, в том числе группы В. Пищевая ценность этого напитка брожения дополняется присутствием органических кислот и других продуктов жизнедеятельности дрожжей и МКБ.

Совместное существование дрожжей и бактерий оказывает взаимное влияние на жизнедеятельность этих микроорганизмов. Между ними складываются симбиотические взаимоотношения, при которых бактерии продуцируют кислоты до pH 5,0-5,5 полезных для дрожжей, а продукты их автолиза, в частности, аминокислоты, пептиды и витамины, служат питанием для бактерий.

Квасное сусло, приготовленное по традиционной технологии из концентрата квасного сусла (далее – ККС), является неполноценной средой для размножения дрожжей и МКБ: для дрожжей снижена доля растворимого азота, а для МКБ завышено количество углеводных компонентов углеводов.

При разработке напитков для приготовления квасного сусла применяли порошкообразные солодовые экстракты на основе свежепросохших солодов: ППЭ-1 – гречихи, кукурузы, ячменя; ППЭ-2 – гречихи, гороха, ячменя; ППРСЭ – гречихи; ППСЭ – гороха, обладающие высокой пищевой и биологической ценностью [4, 5, 6].

Цель аналитического этапа работы – предварительное обобщение данных для изучения целесообразности и возможности применения молочнокислых и бифидобактерий наряду с дрожжами в технологии квасов с последующим исследованием влияния рецептурных компонентов на продолжительность сбраживания квасного сусла и стойкость готовых напитков, в конечном итоге – с разработкой рецептур квасов на основе порошкообразных солодовых экстрактов, обладающих функциональными свойствами.

Основные объекты исследования, предоставленные Российской биотехнологической компанией ЗАО «Партнер» – лиофилизированная биомасса бактерий (субстанции) – очищенные от среды культивирования и лиофильно высушенные с сахарозо-желатиновой защитной средой смешанные с лактозой: *Lactobacillus plantarum* штамма 8Р – А3, *Bifidobacterium bifidum* штамма №1, *Bifidobacterium longum* штамма №1-п.

Для сбраживания сусла применяли чистые культуры дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae* расы XII (кафедра биохимии и биотехнологии ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»).

Направления исследований – контроль физико-химических показателей квасного сусла, приготовленного на различном исходном

сырье до и после брожения; изучение влияния рецептурных компонентов напитков на продолжительность брожения квасов с обоснованием применения в технологии напитков лакто- и бифидобактерий, определяющих их функциональные свойства; разработка рецептур квасов на основе порошкообразных солодовых экстрактов, обладающих функциональными свойствами; контроль физико-химических, органолептических показателей полученных образцов квасов.

Основные ингредиенты рецептуры кваса согласно классической технологии обозначены в таблице 1 (реализуемые этапы технологии кваса: приготовление и сбраживание квасного сусла; охлаждение и купаживание напитка).

Т а б л и ц а 1
Рецептура на квас хлебный (на 100 дал)

Наименование сырья	Единица измерения	Показатели сырья		На концентрации квасного сусла (ККС)
		Влажность, %	Содержание сухих веществ, %	
Сахар	кг	0,14	99,86	50
Концентрат квасного сусла (ККС)	кг	30	70	29,4
Дрожжи хлебопекарные	кг	8	92	0,2

Для проведения эксперимента готовили 5 образцов квасного сусла по традиционной технологии: на основе ККС – в качестве образца сравнения; на основе ППЭ-1 – образец №1, на основе ППЭ-2 – образец №2, на основе ПГрСЭ – образец №3 и на основе ПГСЭ – образец №4.

Квасное сусло готовили с использованием 70 % ККС от расчетного количества. ККС разбавляли водой температурой 30-35 °С в соотношении 1:2 – 1:2,5. Затем доводили водой до содержания сухих веществ 1,4-1,6 %, вносили сахарный сироп – 25 % от расчетного количества, чтобы не допустить избыточного накопления спирта при брожении с массовой долей (СВ) в сусле не менее 2,5 %. Квасы на основе экстрактов готовили по рецептурам (таблица 2) [4].

Сусло на основе солодового и полисолодового экстрактов готовили с использованием порошкообразного экстракта с учетом пересчета на массовую долю (СВ) в сусле. Экстракт разбавляли водой температурой 30-35 °С в со-

отношении 1:3 – 1:3,5, затем добавляли воду до содержания сухих веществ 1,4-1,6 %. Вносили сахарный сироп – 25 % от расчетного количества. Содержание сухих веществ в сусле для кваса, приготовленного на основе порошкообразного экстракта составляло не менее 2,5 %.

Т а б л и ц а 2
Рецептура кваса на основе солодовых и полисолодовых экстрактов (на 100 дал)

Наименование сырья	Единица измерения	Показатели сырья		На готовый напиток
		Влажность, %	Содержание сухих веществ, %	
Сахар	кг	0,14	99,86	50
ПГрСЭ	кг	3	97	21,22
ППЭ-1	кг	3	97	21,22
ППЭ-2	кг	3	97	21,22
ПГСЭ	кг	3	97	21,22
Дрожжи сухие хлебопекарные	кг	8	92	0,018
Закваска бактерий	кг	10	90	1 уч. ед. лиофилизированной культуры

Сбраживание квасного сусла дрожжами проводили до снижения массовой доли сухих веществ на 1,0 % по сахаромеру и достижения значения кислотности не ниже 1,5 см³ раствора NaOH концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ кваса. Продолжительность брожения при этих условиях составляла 13-18 часов.

Затем квас охлаждали до температуры 6-7 °С для седиментации дрожжевых клеток и купажировали.

Квасное сусло для получения кваса готовили таким образом, чтобы во всех образцах массовая доля (СВ) была одинаковой. При использовании ПГрСЭ с массовой долей (СВ), отличающейся от приведенной в рецептуре, проводили соответствующий пересчет расхода экстракта. pH квасного сусла в образце сравнения и в остальных образцах №1, №2, №3, №4 не оптимальны для жизнедеятельности дрожжей, поэтому для подкисления среды применяли лимонную кислоту, pH доводили до значения 4,5-5,0 (таблица 3).

Физико-химические показатели образцов квасного суслу

Наименование показателя	Значение показателя				
	Образец сравнения	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Массовая доля сухих веществ, % (по ГОСТ 6687.2 – 90)	4	4	4	4	4
Кислотность, к.ед (по ГОСТ 6687.4 – 86)	0,9	0,85	0,87	0,7	0,75
pH (по ГОСТ 6687.4 – 86)	4,65	4,8	4,9	4,6	4,7
Массовая доля редуцирующих сахаров, % (по ТИ-18-6-47-85)	-	2,52	2,54	2,65	2,58

Брожение образцов суслу осуществляли при температуре 30 °С.

Динамика уменьшения массовой доли (СВ) на 1,0 % по сахаромеру при сбраживании суслу дрожжами приведена на графике (рисунок 1).

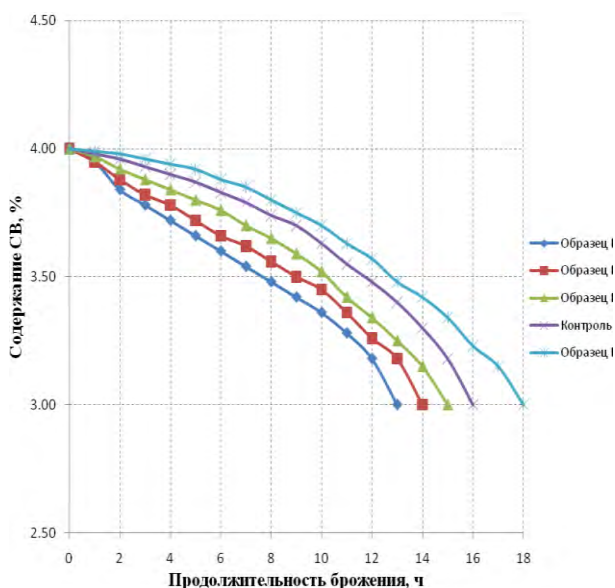


Рисунок 1. Динамика изменения сухих веществ в процессе брожения квасного суслу на основе ККС - образец сравнения, ППЭ-1 – образец №1, ППЭ-2 – образец №2, ПГрСЭ – образец №3, ПГСЭ – образец №4.

Более интенсивное снижение массовой доли (СВ) при брожении наблюдали в образцах квасного суслу на основе порошкообразных солодовых экстрактов из ППЭ-1, ПГрСЭ,

ППЭ-2, по сравнению с образцом сравнения, продолжительность брожения при этом меньше на 3 ч, 2 ч, 1 ч. соответственно.

Видимо, данное обстоятельство обусловлено более высоким содержанием сбраживаемых углеводов и мальтозы в исходном сырье в образцах №1, №2 и №3, что стимулирует перестройку обмена веществ дрожжевых клеток с аэробного на анаэробный метаболизм.

Для проведения экспериментальных исследований применяли ампулы с лиофилизированной культурой бактерий, предоставленные ЗАО «Партнер». Лيوфилизированная биомасса бактерий (субстанция) представляет собой очищенные от среды культивирования и лиофильно высушенные с сахарозо-желатиновой защитной средой клетки бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum* №1, *Bifidobacterium longum* №1-п и *Lactobacillus plantarum* 8P-A3, смешанные с лактозой. Одна ампула предназначена для выработки одной партии продукта, из расчета 1 учетная единица (1 уч. ед.) на 1000 кг нормализованной смеси. Морфологические признаки бактерий представлены в таблице 4.

Подготовку проб квасного суслу целью биологического подкисления в процессе молочнокислого брожения проводили в два этапа: активизация лиофилизата бактерий, сбраживание квасного суслу.

Т а б л и ц а 4

Морфологические признаки исследуемых видов бактерий *

Показатели	<i>Bifidobacterium bifidum</i> № 1	<i>Bifidobacterium longum</i> 1-n	<i>Lactobacillus plantarum</i> 8P-A3
1	2	3	4
Размер клеток, мкм	2,0-4,5	2,0-4,5	5,5-1,0
Оптимальная температура роста, °С	38±1	37±1	37±1
Отношение к Граму	Г+	Г+	Г+
Отношение к кислороду	Строгий анаэроб	Облигатный анаэроб	Факультативный анаэроб
КОЕ/г в учетной единице	9*10 ¹⁰	2,9*10 ¹⁰	10,4*10 ¹⁰
Образующие колонии			
на твердой среде Блаурокка:	"гвозди", "крошки" белого цвета, полупрозрачные плоские округлые с волнистыми краями	"шарики"	выпуклые, круглые с ровным краем белого цвета

1	2	3	4
на жидкой среде	рыхлая масса с прозрачной верхней частью среда		
Размер образуемых колоний:			
среда Блаурокка, мм	2-3мм	2-3мм, зона аэробноза 10%	0,5-2,5
жидкая среда, %	зона аэробноза 10%		

* - по Определителю бактерий Берджи. В 2-х т. Т. 1: Пер. с англ./Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уильямса. – М.: Мир, 1997. – 432 с. ил.].

Активизацию лиофилизата бактерий проводили на кафедре биохимии и биотехнологии в подготовленном стерильном боксе. В каждую ампулу с культурой вводили по 10 см³ физраствора и ставили в термостат при температуре 37 °С на 3 часа для кратковременного активизирования бактерий.

В колбы с подготовленным стерильным квасным суслим вводили активизированные бактерии с соблюдением всех правил микробиологической стерильности.

1 ампула с бактериями содержит 10 см³ суспензии. Данная учетная единица рассчитана на 1000 кг готового продукта, тогда на 1 дм³ готового кваса необходимо внести 0,01 см³ бактериальной суспензии.

Количество бактерий, вносимых в суслим (из расчета на 1 дм³ готового напитка), составляло: *Bifidobacterium bifidum* № 1: КОЕ/см³ 9*10⁷; *Bifidobacterium longum* №1-п: КОЕ/см³ 2,9*10⁷; *Lactobacillus plantarum* 8Р-А3: КОЕ/см³ 10,4*10⁷. После засева колбы с суслим помещали в термостат при 37 °С для осуществления процесса молочнокислого брожения в течение 24 ч.

В ходе брожения контролировали изменение кислотности квасного суслим в процессе жизнедеятельности бифидо- и лактобактерий.

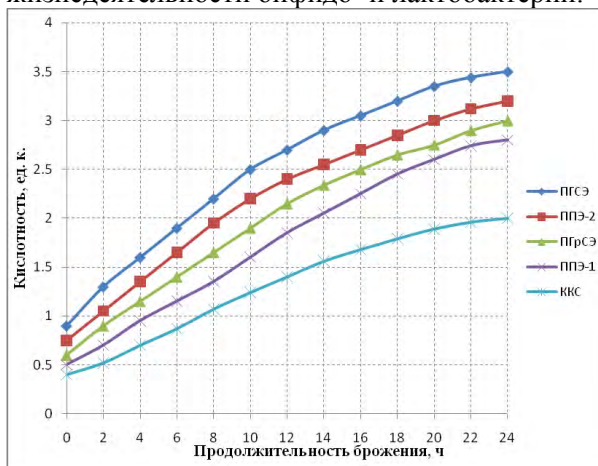


Рисунок 2. Динамика изменения кислотности при сбраживании квасного суслим бактериями *Bifidobacterium longum* №1-п.

Анализ экспериментальных данных позволяет сделать вывод о наиболее интенсив-

ном возрастании величины кислотности в процессе жизнедеятельности бактерий *L. plantarum* и *B. longum* (максимально – в случае сбраживания суслим на основе ПГрСЭ и ППЭ-2). В случае подкисления *L. plantarum* кислотность суслим (из ПГрСЭ и ППЭ-2) с 0,9 ед.к. возросла до 3,2 ед.к., в случае подкисления *B. longum* кислотность суслим (из ПГрСЭ и ППЭ-2) с 0,75 ед.к. возросла до 2,5 ед.к., что связано с более высоким содержанием белковых веществ в образцах по сравнению с суслим на основе ККС и превращением присутствующих сахаров в молочную кислоту.

В ходе сбраживания квасного суслим из различных видов солодового экстракта бактериями, массовая доля (СВ) снижается на 0,4-0,5%.

Осуществляли микробиологический контроль дрожжевых клеток перед внесением их в подкисленное бактериями квасное суслим.

Проводили количественную оценку культуры дрожжей с помощью камеры Горяева методом подсчета клеток под микроскопом и исследовали их способность к размножению в квасном суслим на основе порошкообразных солодовых экстрактов в процессе брожения, определяли упитанность клеток по гликогену, контролировали количество нежизнеспособных и почкующихся клеток согласно стандартным методикам (таблица 5).

Таблица 5
Микробиологические показатели дрожжей *

Показатели	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> раса XII
На момент засева	
КОЕ/см ³	9,12*10 ⁷
Упитанность по гликогену, %	59,8
Количество почкующихся клеток, %	43,0
Количество мертвых клеток, %	1,4
На 6-й час сбраживания в подкисленном бактериями суслим	
КОЕ/см ³	2,3*10 ⁸
Упитанность по гликогену, %	78,3
Количество почкующихся клеток, %	67,5
Количество мертвых клеток, %	1,1

*- методы исследования по ГОСТ 30712-2001.

Исследовали процесс сбраживания дрожжами подкисленного бактериями квасного суслу.

Для сбраживания квасного суслу, подкисленного после 24 ч культивирования бифидо- и лактобактерий, использовали пробирку с чистой культурой дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* расы XII на пивном сусле-агаре.

В пробирку с чистой культурой дрожжей вносили 5 см³ стерильного физраствора. Энергично встряхивали пробирку и помещали жидкую фракцию в колбу с суслем.

Брожение подкисленного суслу с помощью дрожжей проводили при температуре 30 °С до уменьшения массовой доли (СВ) суслу на 1,0 %. Наблюдали более интенсивное сбраживание подкисленного бактериями суслу по сравнению с образцом без применения бактерий.

При исследовании динамики сбраживания дрожжами подкисленного бактериями квасного суслу более интенсивное снижение массовой доли (СВ) наблюдали в образцах подкисленного бактериями *B. bifidum* №1 квасного суслу на основе порошкообразных солодовых экстрактов из ПГРСЭ, ППЭ-2, ПГСЭ и ППЭ-1 по сравнению с образцом сравнения, продолжительность брожения составила 12,5 ч, 13,0 ч, 13,5 ч и 14,0 ч соответственно.

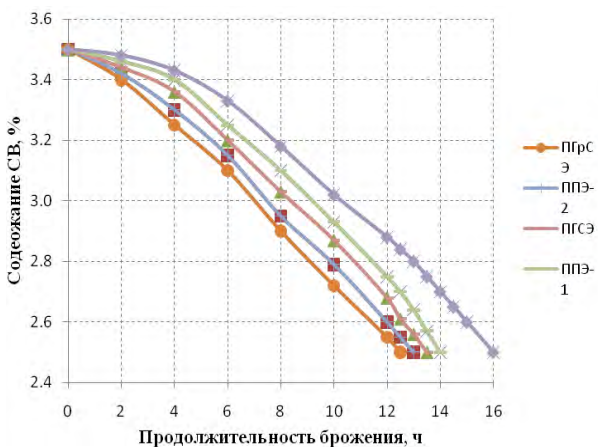


Рисунок 3. Динамика сбраживания подкисленных бактериями *B. bifidum* №1 образцов квасного суслу дрожжами

Исследовали физико-химические показатели образцов готовых квасов в процессе хранения.

По окончании брожения сброженный квас охлаждали до температуры 6-7 °С для седиментации дрожжевых клеток и осветления кваса. Затем квас декантировали и вносили 75 % сахарного сиропа (от общего количества) и 30 % 1,5 %-го водного раствора порошкообразного солодового экстракта, предусмотренных рецептурой.

В готовом напитке контролировали физико-химические и органолептические показатели. Органолептические показатели полученных образцов кваса соответствовали требованиям ГОСТ Р 53094 – 2008: внешний вид – непрозрачная пенящаяся жидкость, без посторонних включений; вкус – освежающий кисло-сладкий; аромат – сброженного напитка. По степени насыщения диоксидом углерода в соответствии с ГОСТ 28188 – 89 полученные образцы кваса относились к среднегазированным, о чем свидетельствует наличие высокой и стойкой пены, что оказывает положительное влияние на оценку внешнего вида напитков.

Образцы квасов соответствовали физико-химическим показателям ГОСТ Р 53094-2008 «Квасы. Общие технические условия».

Контролировали стойкость образцов кваса. Можно сделать вывод о более продолжительной стойкости в случае применения бактерий *B. bifidum* и дрожжей и по сравнению с *L. plantarum* и *B. longum* 1-п и дрожжевой закваски (максимально – в случае образцов на основе ПГРСЭ и ППЭ-2), о чем свидетельствует небольшое изменение величины кислотности в процессе хранения при температуре 20 °С. Период стойкости кваса с указанным видом бактерий составил 7 суток.

Исследовали влияние применения бактерий на некоторые физико-химические показатели образцов.

Из представленных и изученных образцов квасов выбирали те, стойкость которых была увеличена по сравнению с квасом на основе ККС. Выбранная партия содержит три вида кваса на основе ППЭ-1 с применением комбинированной закваски бактерий.

Количественно определяли присутствие бактерий в готовом напитке к концу срока годности. Из исследуемых образцов готовили мазки, окрашивали метиленовым синим и рассматривали под микроскопом с увеличением $\times 1350$.

Интерпретация результатов микробиологического исследования представляла собой информацию о количестве КОЕ/см³ исследуемых бактерий на момент засева, в готовом напитке и по окончании срока годности. Данные представлены в таблице 6.

Количественную оценку культуры бактерий по окончании срока годности проводили методом высева. Метод заключается в проведении серийных разведений и высева их на питательную твердую среду с последующим культивированием. Для создания анаэробных условий в чашку Петри после застывания среды вкладывали специальный агент.

По истечении продолжительности культивирования на чашке Петри подсчитывали количество выросших колоний и проводили расчет результатов по формуле. Фото препарата с колониями *Bifidobacterium bifidum* №1 представлены на рисунке 4, результаты расчетов приведены в таблице 6.

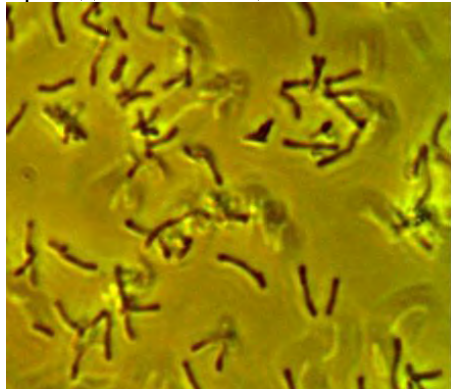


Рисунок 4. Фотография препарата мазков *Bifidobacterin bifidum* №1.

Т а б л и ц а 6

Количественная оценка культур бактерий

КОЕ/см ³	B.bifidum №1	B.longum 1-п	L.plantarum 8P-A3
Засеяно в сусло	1,3*10 ⁵	4,1*10 ⁵	1,5*10 ⁵
В готовом напитке	2,9*10 ⁸	1,1*10 ⁸	3,1*10 ⁸
На конец срока годности	3,3*10 ⁶	1*10 ⁶	2,3*10 ⁶

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Киселёва Т.Ф. Концептуальный подход к разработке функциональных напитков брожения // Пиво и напитки. 2006. №3. С. 4-5.
- 2 Качмазов Г.С., Драпп Э.А., Банеева Р.Х. Квас с использованием адаптированных культур молочнокислых бактерий // Пиво и напитки. 2012. № 2. С. 18 – 19.
- 3 Помозова В. А. Производство кваса и безалкогольных напитков. СПб.: ГИОРД, 2006. 192 с.
- 4 Коротких Е.А. и др. Квас специального назначения // Вестник ВГУИТ. 2013. №2. С. 135 – 139.
- 5 Новикова И.В., Коротких Е.А., Магомедов М.Г. Получение сухих экстрактов гречишного солода // Мат. Международ. науч.-техн.конф. «Производство продуктов для здоровья человека – как составная часть наук о жизни». Воронеж: ВГУИТ, 2012. С. 118 – 124.
- 6 Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices. UK: Philip R. Ashurst. Blackwall Publishing Ltd, 2005. 369 p.

Применение в технологии напитков бактерий вида *plantarum* рода *Lactobacillus* штамма 8P-3А позволяет: уменьшить период брожения с 16-18 ч (по классической схеме производства кваса) до 12,5-14,5 ч; увеличить стойкость кваса до 6 суток, по сравнению с утвержденным ГОСТ 5 суток для кваса, разлитого в бутылки; увеличить срок годности готового кваса до 16 суток, при температуре хранения от 0 до +6 °С, по сравнению с образцами кваса, приготовленными с применением *B. longum* №1-п, видимо, за счет синтеза бактериоцинов.

Применение в технологии напитков бактерий вида *bifidum* рода *Bifidobacterium* штамма №1 позволяет: уменьшить период брожения с 16-18 ч (по классической схеме производства кваса) до 12,5-14,0 ч; увеличить стойкость кваса до 7 суток, по сравнению с утвержденным ГОСТ 5 суток для кваса, разлитого в бутылки; - увеличить срок годности готового кваса до 18 суток, при температуре хранения от 0 до +6 °С, по сравнению с образцами кваса, приготовленными с применением *B. longum* 1-п и *L. plantarum*.

Анализ полученных данных позволяет выявить перспективы применения в технологии квасов бактерий вида *bifidum* рода *Bifidobacterium* штамма №1, что приведет к увеличению стойкости напитков по сравнению с характеристикой, утвержденной стандартом.

REFERENCES

- 1 Kiseleva T.F. The conceptual approach to the development of functional fermented beverages. *Pivo i napitki*. [Beer and beverages], 2006, no. 3, pp 4-5. (In Russ.).
- 2 Kachmazov G.S. Kvas with using the adapted cultures of lactic acid bacteria. *Pivo i napitki*. [Beer and beverages], 2012, no. 2, pp 18-19. (In Russ.).
- 3 Pomozova V.A. *Proizvodstvo kvasa i bezalkogol'nykh napitkov* [Production of kvas and non-alcoholic beverages]. Saint-Petersburg, GIORD, 2006. 192 p. (In Russ.).
- 4 Korotkikh E.A., Novikova I.V., Agafonov G.V. et al. Kvas special purpose. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2013, no. 2, pp. 135-39. (In Russ.).
- 5 Novikova I.V., Korotkikh E.A., Magomedov M.G. Production of the buckwheat malt dry extracts. *Trudy Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii «Proizvodstvo productov dlia zdorovia cheloveka kak sostavnaia chast' nauk o zhizni»* [Proc. International scientific-technical conference «Production of products for human health as part of the life Sciences»]. Voronezh, 2012, pp. 118 - 124. (In Russ.).
- 6 Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices. UK, Philip R. Ashurst. Blackwall Publishing Ltd, 2005. 369 p.

УДК: 519.26: 664.68:634.987

Доцент Е.В. Белокурова, магистр М.А. Костюкова,
магистр М.А. Курова
(Воронеж, гос. ун-т инж. технол.) кафедра сервиса и ресторанного бизнеса.
тел. (473) 255-37-72
E-mail: zvezdamal@mail.ru

Assistant Professor E.V. Belokurova, master student M.A. Kostiukova,
master student M.A. Kurova
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of service and restaurant
business. phone (473) 255-37-72
E-mail: zvezdamal@mail.ru

Разработка технологий кексов с использованием добавок из плодов шиповника майского (*Rosa majalis*)

The development of technology cupcakes using additives rosehip may (*Rosa majalis*)

Реферат. В статье содержится информация о новых технологиях производства кексов с внесением тонкодисперсного порошка (продукта переработки) и водного экстракта плодов шиповника майского (*Rosa majalis*). Приводится химический состав вносимого продукта переработки из тонкодисперсного порошка плодов шиповника майского. Целью данного исследования является разработка и научное обоснование технологии производства мучных кондитерских изделий, в частности кексов, с улучшенными качественными показателями с применением добавок из плодов шиповника майского. Приводятся результаты экспериментальных исследований об изменениях физико-химических показателей теста в процессе брожения в зависимости от количества вносимых добавок, а также изменение комплексных показателей качества готовых изделий. На основании полученных данных произведен подбор оптимальных соотношений внесения продукта переработки и экстракта из плодов лекарственного растения средней полосы России шиповника майского (*Rosa majalis*) в рецептуру кексового изделия. Приведены рецептуры кексовых изделий, с оптимальными соотношениями вносимых, обогащающих изделия компонентов. На основании проведенной органолептической и физико-химической оценки качества готовых изделий, полученных из исследуемых образцов теста, получены значения комплексных показателей качества. Сделан вывод о том, что наилучшими по физико-химическим и органолептическим показателям качества из изученных в ходе проведенного в лабораторных условиях исследования, являются образцы с внесением продукта переработки из тонкодисперсного порошка шиповника в количестве 3,6 % от общего количества пшеничной муки высшего сорта и экстракта шиповника в количестве 5,7 % взамен части воды в рецептуре.

Summary. This article contains information about newly developed technologies cupcakes with making fine powder (product recycling) and water extract of the fruit of the wild rose may (*Rosa majalis*). Given the chemical composition of the deposited product of the processing of the fine powder hips may. The aim of this study is to develop and scientific substantiation of technologies of production of flour confectionery products, in particular cupcakes, with superior quality with the use of additives rosehip may. The results of experimental studies on changes of physico-chemical properties of the dough during fermentation, depending on the amounts of applied additives and modifying complex indicators of the quality of finished products. Based on the data produced optimal ratios make product recycling and extract from the fruits of medicinal plants in Central Russia hips may (*Rosa majalis*) recipe cake products. See recipe cake products with optimal ratios introduced, enriching the product components. Based on the results of organoleptic and physico-chemical evaluation of the quality of finished products obtained from the samples of the test, the values obtained comprehensive quality indicators. The conclusion is that the best physico-chemical and organoleptic quality, has been studied in a laboratory study, are the samples with the introduction of the product refining of fine powder rosehip 3.6 % from the total amount of wheat flour and rosehip extract 5.7 % instead of the water in the recipe.

Ключевые слова: кексы, плоды шиповника, физико-химические показатели теста, квалиметрическая оценка, комплексные показатели качества.

Keywords: cupcakes, rose hips, physical and chemical test, qualimetric assessment, complex quality indicators.

Идея улучшения здоровья населения путем создания условий для рационального питания в настоящее время получила официальное признание, и в РФ появилась концепция государственной политики в этой области, благодаря чему начато производство отечественных функциональных продуктов питания [2].

В Российской Федерации в настоящее время недостаточно полно используются сырьевые ресурсы плодово-ягодной отрасли промышленности, поэтому переработка данного вида

сырья, является перспективной и актуальной. В то же время, остаются нерешенными задачи в направлении стабилизации технологии мучных кондитерских изделий, в частности кексов [4].

В свете этой проблемы целью данного исследования является разработка и научное обоснование технологии производства мучных кондитерских изделий функционального назначения с применением продуктов переработки ягод лекарственных растений средней полосы России.

© Белокурова Е.В., Костюкова М.А., Курова М.А., 2014

В соответствии с поставленной целью были решены следующие задачи:

-подобрать ингредиенты для создания мучных кондитерских изделий функционального назначения;

-исследовать влияние функциональных ингредиентов на качественные показатели кексов;

-разработать рецептуру и технологию производства кексов функционального назначения.

В данной работе в качестве контрольного образца был выбран кекс «Весенний», приготовленный по классической рецептуре [6].

В качестве опытных образцов использовали кексы, приготовленные с внесением продукта переработки шиповника майского (ППШ) и водного экстракта плодов шиповника (ЭШ). Продукт переработки плодов шиповника майского представляет собой порошок, имеющий тонкодисперсный размол от 70 до 45 мкм, влажность 6-8% и изготавливаемый по ТУ У: 15.3-23913766-002:2005 в производственных условиях.

В таблице 1 приводится химический состав продукта переработки шиповника (ППШ), который является дополнительным ингредиентом в рецептуре кексов [1, 7].

Т а б л и ц а 1

Химический состав продукта переработки шиповника майского

Название вещества	Содержание	Название вещества	Содержание
Сахара (глюкоза, фруктоза, ксилоза, сахароза)	18%	Соли кальция	66мг /100 г
Лимонная кислота	2%	Соли натрия	5—10 мг/ 100 г
Яблочная кислота	1,8%	Соли молибдена,	3 -5 мг /100 г
Олеиновая	15%	Соли цинка	100 мг /100 г
Линолевая	62%	Соли магния	20 мг /100 г
Линоленовая	18,5%	Жирное масло (в орешках)	4-10%
Стеариновая	2%	Соли железа	28 мг/ 100 г
Дубильные в-ва (танины)	4,5%	Соли марганца	8 - 100 мг/ 100 г
Флавоноиды	0,13-14,9%	Соли фосфора	20 мг / 100 г
Каротин	0,7-9,6 мг/100г	Витамины Р, В, К, Е	~0,005-4,1%
Витамин С	2,3-7,5%	Витамин D	~0,006-0,008%

В таблице 2 приводятся рецептура теста для кекса «Шиповниковый цвет» с продуктом

переработки шиповника майского.

Т а б л и ц а 2

Рецептура кекса «Шиповниковый цвет» с продуктом переработки шиповника майского

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 100 шт. готовых изделий, г	
		В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная высшего сорта	85,5	5401,4	4652,4
Продукт переработки шиповника = 2,7%	64,5	200,0	96,7
Сахар-песок	99,8	1594,0	1591,6
Масло сливочное	84,0	1230,0	1033,2
Меланж	27,0	1118,0	301,9
Дрожжи прессованные	25,0	224,0	56,0
Соль	96,5	16,8	16,2
Изюм	80,0	559,0	447,2
Ядра орехов(сырые)	94,0	112,0	105,3
Пудра ванильная	99,8	37,7	37,6
Пудра рафинадная	99,8	112,0	111,9
Вода	-	2600,0	-
Итого:	-	10875,5	8714,4
Выход:	82,0	10000,0	8200,0

В таблице 3 приводятся рецептура теста для кекса «Розовый цвет» с водным

экстрактом плодов шиповника.

Рецептура кекса «Розовый цвет» с водным экстрактом плодов шиповника

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 100 шт. готовых изделий, г	
		В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная высшего сорта	85,5	5601,4	4748,7
Экстракт шиповника=7,7%	6,5	200,0	13,0
Сахар-песок	99,8	1594,0	1591,6
Масло сливочное	84,0	1230,0	1033,2
Меланж	27,0	1118,0	301,9
Дрожжи прессованные	25,0	224,0	56,0
Соль	96,5	16,8	16,2
Изюм	80,0	559,0	447,2
Ядра орехов(сырые)	94,0	112,0	105,3
Пудра ванильная	99,8	37,7	37,6
Пудра рафинадная	99,8	112,0	111,9
Вода	-	2400,0	-
Итого:	-	10875,5	8714,4
Выход:	82,0	10000,0	8200,0

Технология изготовления кексов предусматривает использование дрожжевого опарного теста [6].

При производстве опытных образцов кексов в рецептуре часть пшеничной муки заменяется эквивалентным количеством ППШ или часть воды ЭШ с учетом установленной влажности теста [3,4].

При разработке рецептуры кекса «Шиповниковый цвет» в качестве дополнительного сырья использовали ППШ в количествах, %: 2,7; 3,6; 4,5 от общего содержания пшеничной муки и экстракт шиповника майского (ЭШ) в количествах, %: 5,7; 7,7; 9,6; взамен части воды. Для оценки целесообразности применения выбранного растительного сырья был проведен анализ теста по физико-химическим показателям: кислотности, влажности, газодерживающей способности и подъемной силе теста с целью выявления лучших образцов по сравнению с контролем [1, 3].

Измерение кислотности теста в процессе брожения проводили согласно ГОСТ 5670-96 методом титрования.

Через 120 мин брожения теста кислотность с добавками ППШ увеличилась по сравнению с контрольным образцом в данном процентном соотношении: у 1 образца (ППШ= 3,6 %) на 13 %, 2 образца (ППШ= 4,5 %) на 7,5 %, у 3 образца (ППШ= 2,7 %) на 12,5 %, а с добавкой ЭШ у 1 образца (ЭШ =5,7 %) на 17,5 %, у 2 образца (ЭШ =7,7 %) на 9 %, у 3 образца (ЭШ =9,6 %) на 10 %.

Измерение и расчет влажности производился по результатам взвешивания до начала и после окончания высушивания полуфабриката согласно ГОСТ 21094-75.

Влажность пшеничного теста с добавками ППШ и ЭШ уменьшилась по сравнению с контрольным образцом в данном процентном соотношении: у 1 образца (ППШ =4,5 %) на 1,8 %, у 2 образца (ППШ= 2,7 %) на 5 %, у 3 образца (ППШ =3,6 %) на 6,26 %, у 1 образца (ЭШ= 5,7 %) на 9,25 %, у 2 образца (ЭШ =7,7 %) на 2,5 %, у 3 образца (ЭШ = 9,6 %) на 3,75 %.

Газодерживающая способность определялась по возможности удерживания полуфабрикатом диоксида углерода, образующегося при брожении, согласно ГОСТ Р 51785-2001.

Газодерживающая способность (ГУС) пшеничного теста с добавками ППШ и ЭШ увеличилась по сравнению с контрольным образцом в данном процентном соотношении: у 1 образца (ППШ =4,5 %) на 16,2 %, у 2 образца (ППШ= 2,7 %) на 33,3 %, у 3 образца (ППШ =3,6 %) на 53,0 %, у 1 образца (ЭШ= 5,7 %) на 56 %, у 2 образца (ЭШ =7,7 %) на 17,1 %, у 3 образца (ЭШ =9,6 %) на 36,4 %.

Измерение подъемной силы полуфабриката определяли согласно ГОСТ 171-69 по методу всплывающего шарика.

Подъемная сила (ПС) пшеничного теста с добавками ППШ и ЭШ уменьшилась по сравнению с контрольным образцом в данном процентном соотношении: у 1 образца (ППШ =4,5 %) на 3,3 %, у 2 образца (ППШ= 2,7 %) на 4,9 %, у 3 образца (ППШ =3,6 %) на 9,83 %, у 1 образца (ЭШ= 5,7 %) на 18 %, у 2 образца (ЭШ =7,7 %) на 3,27 %, у 3 образца (ЭШ =9,6 %) на 9,8 %.

На основании полученных данных были подобраны оптимальные соотношения продуктов переработки ягод лекарственных растений средней полосы России в рецептуре.

Наилучшими являются образцы с внесением ППШ в количестве 3,6 % от общего ко-

личества пшеничной муки и ЭШ в количестве 5,7 % взамен части воды в рецептуре.

Оценка уровней качества предусматривает определение значений качественных показателей оцениваемой продукции и сопоставление их с базовыми. При этом используют понятие относительного значения показателя качества продукции q_i , который определяют дифференциальным методом. Его сущность заключается в раздельном сопоставлении единичных показателей качества рассматриваемого изделия с аналогичными базовыми показателями. Для этого определяли относительный показатель качества по формулам 1, 2:

$$q_i = P_i / P_a \quad (1)$$

$$q_i = P_a / P_i \quad (2)$$

где P_i , P_a – значение i -го показателя качества оцениваемого и базового образца соответственно [3]. Из приведенных формул выбирают ту, при которой увеличению относительного показателя отвечает улучшение качества оцениваемого изделия, если q_i больше или ра-

вен 1, то фактически уровень качества выше или равен базовому.

Комплексная оценка уровня качества предусматривает использование комплексных показателей совокупностей свойств, которые должны учесть значимость каждого из них, т.е. оценить степень влияния величин отдельных свойств на итоговый показатель качества.

Каждый единичный показатель качества характеризуется двумя параметрами – относительным показателем и весомостью.

При определении коэффициентов весомости выделяют главные критерии, которые наиболее полно отражают возможность изделия выполнять основное назначение. При этом принимают во внимание традиционные балловые шкалы, применяемые в действующих стандартах.

Значения комплексных показателей качества образцов изделий, полученных из исследуемых образцов теста на основании органолептической и физико-химической оценки приведены в таблице 4 [2, 5].

Т а б л и ц а 4

Комплексные показатели качества изделий

Образец изделия	Значение комплексных показателей качества	
	органолептических	физико-химических
Контроль	1,0	1,0
Изделия с внесением ППШ		
Образец 1 (ППШ=2,7%)	1,1	1,11
Образец 2 (ППШ=3,6%)	1,17	1,21
Образец 3 (ППШ=4,5%)	1,06	1,09
Изделия с внесением ЭШ		
Образец 1 (ЭК=5,7%)	1,17	1,19
Образец 2 (ЭК=7,7%)	1,13	1,16
Образец 3 (ЭК=9,6%)	1,1	1,13

Полученные данные привели к обобщенному комплексному показателю качества, который составил для изделий с внесением ППШ: для контроля – 1,0; образца 1 (ППШ=2,7 %) – 1,11; образца 2 (ППШ=3,6 %)

– 1,19, образца 3 (ППШ=4,5 %) – 1,08, а для изделий с внесением ЭШ: образца 1 (ЭШ=5,7 %) – 1,18; образца 2 (ЭШ=7,7 %) – 1,15; образца 3 (ЭШ=9,6 %) – 1,12.

ЛИТЕРАТУРА

1 Белокурова Е.В., Дерканосова Н.М., Малутина Т.Н. Способы повышения качества ржано-пшеничных сортов хлеба с помощью нетрадиционных сырьевых источников // Хранение и переработка зерна. 2008. № 5. С. 43-44.

2 Родионова Н.С., Белокурова Е.В., Северчук А.А. Изучение возможностей использования хмелевого экстракта в технологии тестовых заготовок для пиццы // Вестник ВГУИТ. 2012. №1- С. 96-97.

3 Пашенко Л.П. Физико-химические основы технологии хлебобулочных изделий. Воронеж, 2006, 312 с.

4 Антипова Л. В., Соскова Н.А. Роль технологических процессов в обеспечении биологической безопасности питания. М.: Рос Агро АПК, 2003. 302 с.

5 Пучкова Л.П. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. СПб.: Гиорд, 2004. 264 с.

6 Павлов А.В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания. СПб. : Гидрометеиздат, 1998. 298 с.

7 Gomez M., Moraleja A., Ruiz E., Caballero P.A. et al. Effect of particle size on the fiber quality of cake enriched with dietary fibers // Food Sci. and Technol. 2010. № 1. P. 33-38.

REFERENCES

1 Belokurova E.V., Derkanosova N.M., Malutina T.N. Ways to improve the quality of rye-wheat breads using unconventional sources of raw materials. *Khranenie i pererabotka zerna*. [Grain storage and processing], 2008, no. 5, pp.43 -44. (In Russ.).

2 Rodionova N.S., Belokurova E.V., Severchuk A.A. Exploring the use of hop extract in technology dough for pizza. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2012, no 1, pp. 96-97. (In Russ.).

3 Pashchenko L.P. Fiziko-khimicheskie osnovy tekhnologii khlebobulochnykh izdelii [Physico-chemical fundamentals of bakery products]. Voronezh, 2006. 312 p. (In Russ.).

4 Antipova L.V., Soskova N.A. Rol' tekhnologicheskikh protsessov v obespechenii biologicheskoi bezopasnosti produktov [The role of technological processes to ensure biological safety supply], Moscow, Ako APK, 2003. 302 p. (In Russ.).

5 Puchkova L.P. Laboratornyi praktikum po tekhnologii klebopekarnogo proizvodstva [Laboratory workshop on technology bakery production]. Saint-Petersburg, Giord, 2004. 264 p. (In Russ.).

6 Pavlov A.V. Sbornik retseptur muchnykh konditerskikh i bulochnykh izdelii dlia predpriatii obshchestvennogo pitaniia [Collection of recipes pastry and bakery products for catering]. Saint Petersburg, Gidrometeoizdat, 1998. 298 p. (In Russ.).

7 Gomez M., Moraleja A., Ruiz E., Caballero P.A. et al. Effect of particle size on the fiber quality of cake enriched with dietary fibers. Food Sci. and Technol, 2010, no. 1, pp. 33-38.

Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология

УДК [665.947.82+678](043.3)

Аспирант А.В. Фирсова, профессор О.В. Карманова
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров. тел. (473) 249-92-37
E-mail: karolga@mail.ru

профессор В.С. Глуховской,
(Воронежский филиал НИИСК). тел. (473) 248-37-66
E-mail: vf-niisk@yandex.ru

доцент Д.Н. Земский
(Нижекамск. химико-технолог. ин-т.) кафедра химической технологии органических веществ. тел. (88555) 31-18-35

Graduate A.V. Firsova, professor O.V. Karmanova
(Voronezh state university of engineering technology) Department of chemistry and chemical technology organic compounds and polymer processing. phone (473) 249-92-37
E-mail: karolga@mail.ru

professor V.S. Glukhovskoi
(Voronezh branch NIISK) phone (473) 248-37-66
E-mail: vf-niisk@yandex.ru

associate Professor D.N. Zemskiy
(Nizhnekamsk institute of chemical technology) Department of chemical technology organic compounds. phone (88555) 31-18-35

Изучение влияния смешанных алкоколятов оксипропилированных ароматических вторичных аминов на структуру диеновых полимеров

Study of the effect of mixed alkoxides oxypropylated aromatic secondary amines on the structure of diene polymers

Реферат. В статье рассматриваются вопросы взаимосвязи структуры диеновой части бутадиен-стирольных сополимеров (ДССК), полученных растворной полимеризацией от строения входящей в состав иницирующей системы н-бутиллития + модификатор, который представляет собой смешанный алкоколят щелочного и щелочноземельного металлов, позволяющий контролировать микроструктуру диеновой части полимера и его молекулярно-массовые характеристики. Спиртовыми производными выбраны высококипящие спирты тетра(оксипропил)этилендиамин (лапромол – 294) и тетрагидрофуруриловый спирт (ТГФС). Разработан способ получения бутадиен-стирольных статистических сополимеров (ДССК) с высоким содержанием (64 ± 4 %) винильных звеньев. Проведена сополимеризация на натрий-кальций-литиевом комплексе $\text{Ca}(\text{C}_4\text{H}_9)_2 \cdot \text{C}_4\text{H}_9\text{Na} \cdot \text{LiOR}$. После водной дегазации остатки дезактивированного комплекса остаются в полимере в виде наполнителя. Изучена сополимеризация бутадиена со стиролом в присутствии амидов лития, который получен на основе спиртов, содержащих группу $-\text{NH}$. С увеличением разветвленности растворимость алкоколятов повышается в углеводородных растворителях. Установлено, что алкоколят натрия оксипропилированного анилина в декане не растворяется, а алкоколят натрия оксипропилированного толуидина хорошо растворим в декане. Представлены результаты исследования влияния состава смешанных алкоколятов оксипропилированных ароматических вторичных аминов на структуру диеновых полимеров. Определены наиболее эффективные иницирующие системы для получения функционализированных полимеров. Выявлено, что вторичные амины, из которых получают амиды лития, малоактивны, поэтому полимеризацию мономеров проводили в присутствии электронодоноров, в качестве которых использовали гликолиевые эфиры - диглим, ТГФ, 2,2- дитетрагидрофурурил пропан, которые повышают взаимодействие полимер-наполнитель. Результаты исследования микроструктуры диеновой части ДССК, полученных на смешанных алкоколятах щелочных металлов с использованием смеси спиртов лапромол, толуидина и ТГФС показали, что с увеличением толуидина в составе смешанного модификатора снижается количество 1,2-звеньев и возрастает количество 1,4-транс-звеньев. Такое регулирование микроструктуры ДССК позволяет разрабатывать протекторные резины для шинной промышленности с высоким комплексом потребительских свойств.

© Фирсова А.В., Карманова О.В.
Глуховской В.С., Земский Д.Н., 2014

Summary. This article discusses the relationship structure of the diene and styrene-butadiene copolymers (SBR), the structure of the part of the initiating system of *n*-butyl lithium + modifier, which is a mixed alkoxide of an alkali and alkaline earth metals, which allows to control the microstructure of the diene polymer and its molecular weight characteristics. Alcohol derivatives selected high-boiling alcohols tetra (hydroxypropyl) ethylenediamine (lapromol - 294) and tetrahydrofurfuryl alcohol (TGFS). The scheme of obtaining styrene-butadiene random copolymers (SBR) with a high content ($64 \pm 4\%$) of vinyl units was developed. The process of copolymerization with sodium-calcium-lithium complex $\text{Ca}(\text{C}_4\text{H}_9)_2 \cdot \text{C}_4\text{H}_9\text{Na} \cdot \text{LiOR}$ was carried out. After water decontamination residues deactivated complex remain in the polymer as a filler. Studied the copolymerization of butadiene with styrene in the presence of lithium amide, which is obtained on the basis of the alcohols containing the group - NH -. With the increasing solubility of the branching alkoxides increases in hydrocarbon solvents. Found that sodium alkoxide hydroxypropyl aniline decane insoluble, the sodium alcoholate hydroxypropyl toluidine soluble in decane. The results of studies of the effect of mixed alkoxides oxypropylated aromatic secondary amines on the structure of diene polymers. The Providing the necessary initiation systems for preparing functionalized polymers. It was revealed that secondary amines from which the lithium amides are inactive, so the polymerization of monomers was carried out in the presence of electron as that used glycol ethers - diglyme, THF, 2,2 - ditetragidrofurfuril propane, which increase polymer-filler interaction. The results of research of the microstructure of the diene part of SBR obtained in the mixed alkali metal alkoxide with a mixture of lapromol alcohols, toluidine and TGFS showed that increasing toluidine consisting of mixed modifier reduces the amount of 1,2-polybutadiene and increases the amount of 1,4-trans units. This regulation allows the development of the microstructure of SBR tread rubber for the tire industry with a high complex consumer properties.

Ключевые слова: бутадиен-стирольный каучук, растворная полимеризация, синтез, модификатор, алкоголят

Keywords: styrene-butadiene rubber, solution polymerization, synthesis, modifier, alkoxide

Создание современных производств по получению конструкционных материалов, таких как ударопрочный полистирол, пластики и изменение приоритетных требований, предъявляемых к автомобильным шинам, привели к необходимости разработки и организации производств каучуков с новым комплексом свойств [1].

В настоящее время в промышленных процессах получения полибутадиена марки СКД-Л производства ОАО «Нижнекамскнефтехим» и марки ДССК производства ОАО «Воронежсинтезкаучук», используется каталитическая система *n*-бутиллитий+модификатор, которая представляет собой смешанный алкоголят щелочных (натрий, калий) и щелочноземельных металлов (кальций, магний). В качестве спиртовых производных используются высококипящие спирты тетра (оксипропил) этилендиамин (лапромол – 294) и тетрагидрофурфуриловый спирт (ТГФС) [2]. Показано [3-4], что их наличие позволяет получать ДССК с высоким содержанием винильных звеньев, т.е. типично анионных структур, и повышает скорость полимеризации мономеров. Магний и кальций в составе модификаторов повышают их растворимость в толуоле и в алифатических растворителях, при этом магний не влияет на микроструктуру диенов, а кальций позволяет в диеновой части ДССК повысить содержание 1,4-транс-структур.

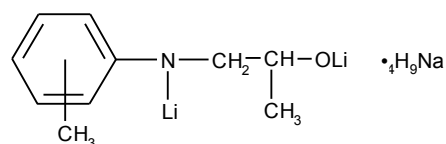
В процессе сополимеризации указанные спиртовые фрагменты не входят в состав полимеров, являясь физическими модификаторами полимеров. Все большее значение приобретают каучуки, содержащие функциональные группы по концам полимерной цепи [4]. Это объясняет-

ся тем, что совместимость наполнителей с растворными бутадиен-стирольными каучуками улучшается при введении соответствующих функциональных групп, что в свою очередь приводит к значительному улучшению свойств вулканизатов на основе ДССК.

Целью работы явилось получение функционализированных диеновых полимеров на основе иницирующей системы *n*-бутиллитий + алкоголяты оксипропилированных ароматических вторичных аминов и выявление их влияния на состав диеновой части полимера.

Алкоголят щелочного и щелочноземельного металлов оксипропилированного толуидина получали в декане с концентрацией 2,5 моль/л, еще лучше растворяются в алифатических растворителях алкоголяты оксипропилированных ксилидинов.

При взаимодействии модификатора, оксипропилированного толуидина с *n*-бутиллитием образуется каталитический комплекс, который не растворяется в углеводородном растворителе, имеющий следующую структурную формулу:



Комплекс в нефрасе представляет собой тонкодисперсный мицеллообразный продукт белого цвета. Каталитический комплекс готовится «in situ», т.е. в полимеризационную шихту (нефрас + бутадиен + стирол) сначала подают модификатор, который растворяется в шихте,

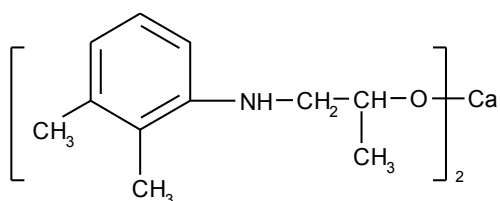
затем н-бутиллитий. При температуре 18-20 °С образуется каталитический комплекс, который после инициирования переходит в раствор и дальше полимеризация идет в гомогенной фазе.

Реакция инициирования начинается после индукционного периода, продолжительность которого увеличивается с понижением температуры полимеризации. Наличие индукционного периода и низкая скорость инициирования и полимеризации приводит к получению полимера с большим коэффициентом полидисперсности и неполной конверсии мономеров. Причиной этого является нерастворимость инициатора в углеводородных растворителях.

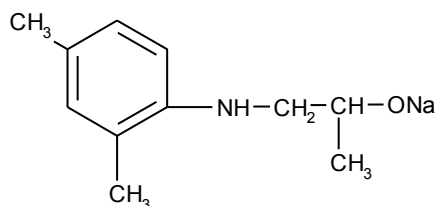
Для получения гомогенных инициаторов амидов лития синтезировали растворимый комплекс амида лития с эквимолекулярным количеством электронодонора в присутствии мономеров. Помимо этого способа также возможно получение растворимых в углеводородных растворителях амидов лития или же предварительное инициирование амида лития мономером.

Изучена каталитическая активность амидов лития с добавкой электронодоноров ТГФ, диглим, оксоланил, а также смешанных аминоксодержащих алколюлятов, получаемых совместно с ТГФС.

В качестве модификаторов н-бутиллития в синтезе ДССК использовали алколюляты оксипропилированных о-, т-, и-, п- ксилидинов, имеющих следующие структурные формулы:

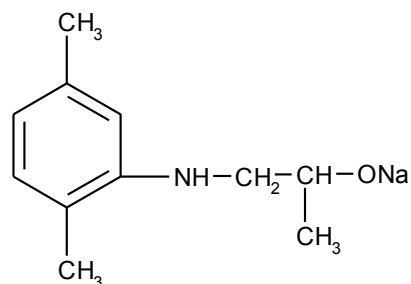


1-[(2,3-диметилфенил)амино] пропилат натрия (М-КСИ 2,3) – раствор в толуоле, с общей щелочностью 1,0 моль/л, содержание кальция – 0,5 моль/л.



1-[(2,4-диметилфенил)амино] пропилат натрия (М-КСИ 2,4) – раствор в толуоле, с общей ще-

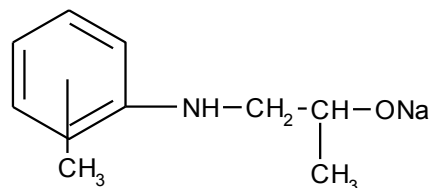
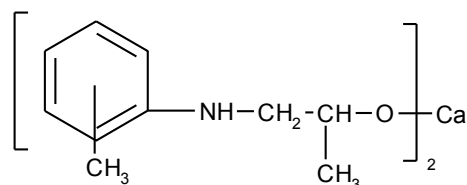
лочностью 1,18 моль/л, содержание натрия – 1,18 моль/л.



1 [(2,5-диметилфенил)амино] пропилат натрия (М-КСИ 2,5) – раствор в толуоле, с общей щелочностью 1,0 моль/л, содержание натрия – 1,01 моль/л.

Отличие алколюлятов оксипропилированных ксилидинов от алколюлята оксипропилированного анилина состоит в том, что они хорошо растворяются в алифатических углеводородах.

В качестве модификаторов н-бутиллития в синтезе ДССК также использовали смешанные алколюляты щелочных металлов с использованием смеси спиртов лапромола, толуидина и ТГФС, имеющих следующие структурные формулы:



1-ариламинопропилат кальция, натрия (М-Т) – раствор в толуоле, с общей щелочностью 2,0 моль/л, содержание кальция – 0,65 моль/л, содержание натрия – 1,18 моль/л, соотношение алколюлятов 65 и 35%, соответственно.

Для синтезированных каучуков проанализированы и получены данные микроструктуры диеновой части ДССК в зависимости от строения оксипропилированного ксилидина и оксипропилированного толуидина (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Влияние мономеров и электронодонора на микроструктуру диеновой части ДССК

Модификатор	Электронодонор (ЭД)	Мольное соотношение		Микроструктура	
		модификатор/ н-бутиллитий	ЭД/н-бутиллитий	1,2-звенья	1,4-транс-звенья
М-КСИ 2,3	диглим	0,50	0,45	24,3	43,8
М-КСИ 2,4		0,52	0,43	65,4	22,8
М-КСИ 2,5		0,7	0,3	55,3	32,5
		0,6	0,3	81,3	-
М-Т	оксоланил	0,65	2,5	65,3	12,1
		0,63	3,6	67,4	12,0
		0,55	2,0	63,5	14,9
		0,42	2,0	69,0	14,1

Как и другие вторичные амины, изучаемые амиды лития малоактивны, поэтому полимеризацию мономеров проводили в присутствии электронодоноров, в качестве которых использовали гликолиевые эфиры - диглим, ТГФ, 2,2 – дитетрагидрофурурил пропан.

Установлено, что с увеличением толуидина, то есть групп –NH в составе смешанного модификатора снижается количество 1,2 звеньев и возрастает количество 1,4-транс звеньев.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Куликов Е.П., Шеин В.С. Растворные бутадиен-стирольные каучуки. Воронеж: Центральное-черноземное книжное изд-во, 2001. 208 с.
- 2 Глуховской В.М., Литвин Ю.А., Ситникова В.В. и др. Модификаторы н-бутиллития в синтезе полибутадиена и бутадиен-стирольных каучуков // Каучук и резина. 2013. № 4. С. 10.
- 3 Ткачев А.В., Седых В.А. Современные технологии анионной полимеризации мономеров // Вестник ВГУИТ. 2013. №3. С. 143 – 156.
- 4 Седых В.А., Гусев А.В., Разумов В.В., Жвакин А.Е. и др. Технология производства каучуков растворной полимеризации. Воронеж: ВГТА, 2010. 308 с.
- 5 Сутягин В.М., Бондалетова Л.И. Химия и физика полимеров. Томск: Изд-во ТПУ, 2003. 208 с.

REFERENCES

- 1 Kulikov E.P., Shein V.S. Rastvornye butadiene-stirol'nye kauchuki [Styrene-butadiene solution rubbers]. Voronezh, 2001. 208 p. (In Russ.).
- 2 Glukhovskoi V.M., Litvin Iu.A., Sitnikova V.V. et al. Modifiers of n-butyllithium for synthesis of polybutadiene and styrene-butadiene rubbers. *Kauchuk i rezina*. [Rubber & Rubber], 2013, no. 4, pp. 10. (In Russ.).
- 3 Tkachev A.V., Sedykh V.A., Recent techniques of anionic polymerization of monomers. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2013, no. 3, pp. 143-156. (In Russ.).
- 4 Sedykh V.A., Gusev A.V., Razumov V.V., Zhvakina A.E. et al. Tekhnologiya proizvodstva kauchukov rastvornoj polimerizatsii [Technology of production of rubber solution polymerization]. Voronezh, VGTA, 2010. 308 p. (In Russ.).
- 5 Sutiagin V.M., Bondaletova L.I. Khimiia i fizika polimerov [Chemistry and physics of polymers]. Tomsk, TPU, 2003. 208 p. (In Russ.).

УДК 544.726+547.466

Доцент Л.П. Бондарева, профессор Т.С. Корниенко
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра физической и аналитической химии.
тел. (473) 255-07-62
E-mail: larbon@mail.ru

старший преподаватель Д.В. Овсянникова
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра управления качеством и машиностроитель-
ных технологий. тел. (473) 253-26-30
E-mail: odv80@bk.ru

инженер-технолог Е.В. Григорова
(ВУНЦ ВВС "ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина")
экспериментальный отдел базы (обеспечения учебного процесса)
E-mail: elengrigror@yandex.ru

Associate Professor L.P. Bondareva, professor T.S. Kornienko
(Voronezh state university of engineering technology) Department of physical and analytical
chemistry. phone (473) 255-07-62
E-mail: larbon@mail.ru

senior lecturer D.V. Ovsiannikova
(Voronezh state university of engineering technology) Department of quality management
and machine-building technologies. phone (473) 253-26-30
E-mail: odv80@bk.ru

engineer-technologist E.V. Grigороva
(Military training and scientific center of the air force "Air force Academy named after Professor
N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin") experimental department of base (providing of educational process)
E-mail: elengrigror@yandex.ru

Сорбция ионов аминокислот фосфорнокислыми катионообменниками

Sorption of amino acids on phosphate cation exchangers

Реферат. Изучено влияние природы сорбента и кислотности раствора незаменимой кодируемой аминокислоты – метионина на его взаимодействие с фосфорнокислыми ионообменниками КРФ-5п и КФ-7 в протонированной форме с использованием калориметрического, сорбционного и спектроскопического методов. С использованием уравнений изотерм ионного обмена, материального баланса и констант диссоциации аминокислоты рассчитаны обменные и необменные сорбционные емкости. Установлено, что независимо от количества функциональных групп в ячейке полимерной матрицы, коэффициенты сорбционного равновесия для обоих катионообменников близки, а значения сорбционной емкости по аниону метионина несколько выше, чем по биполярной форме. Прямым калориметрическим методом определены энтальпии сорбции метионина при различных степенях заполнения ионообменника, показано, что при одинаковых степенях заполнения сорбентов энтальпии сорбции на КФ-7 ниже, чем на КРФ-5п. Проведенные исследования позволили предположить, что из кислого раствора при низких степенях заполнения поглощается биполярный ион метионина, ион водорода протонированных ионообменников не вытесняется в раствор, а переходит к карбоксильной группе аминокислоты, нейтрализуя ее отрицательный заряд. Из щелочной среды при невысоких концентрациях метионина наиболее вероятно ионообменная сорбция с переносом протона от ионогенной группы катионообменника к карбоксильной группе метионина. Установлено, что на сорбцию аминокислоты влияет, главным образом, расположение активных групп в матрице сорбента и форма поглощаемой аминокислоты. Показано, что первичными сорбционными центрами являются функциональные группы ионообменников, а дополнительными – поглощенные аминокислоты, участвующие в сорбат-сорбатном взаимодействии.

Summary. Influence of the nature of a sorbent and acidity of solution of the irreplaceable coded amino acid – methionine on its interaction with phosphate ion exchangers KRF-5p and KF-7 in the protonated form with use of calorimetric, sorption and spectroscopic methods is studied. With use of the equations of isotherms of an ionic exchange, material balance and constants of dissociation of amino acid exchange and not exchange sorption capacities are calculated. It is established that irrespective of number of functional groups in a cell of a polymeric matrix, coefficients of sorption balance for both cation exchangers are close, and values of sorption capacity on anion of methionine are slightly higher, than in a bipolar form. The direct calorimetric method determined enthalpies of sorption of methionine at various extents of filling of an ion exchanger, is shown that at identical extents of filling of sorbents of an enthalpy of sorption is one KF-7 lower, than on KRF-5p. The conducted researches allowed to assume that from sour solution at low extents of filling the bipolar ion of methionine is absorbed, an ion of hydrogen of the protonated ion exchangers, not forced out in solution, and passes to carboxyl group of amino acid, neutralizing its negative charge. From the alkaline environment at low concentration of methionine ion-exchange sorption with transfer of a proton from ionogenic group of the cation exchanger to carboxyl group of methionine is most probable. It is established that sorption of amino acid is influenced, mainly, by an arrangement of active groups in a matrix of a sorbent and a form of the absorbed amino acid. It is shown that primary sorption centers are functional groups of ion exchangers, and additional – the absorbed amino acids.

Ключевые слова: фосфорнокислые катионообменники, метионин, обменная и необменная сорбция

Keywords: phosphate cation exchangers, methionine, exchange and non-exchange sorption

© Бондарева Л.П., Корниенко Т.С.,
Овсянникова Д.В., Григорова Е.В., 2014

Имеющийся экспериментальный и теоретический материал, посвященный взаимодействию в системах ионообменник – раствор аминокислоты, свидетельствует о существенном влиянии кислотности раствора и ионной формы сорбента на реакции с бифункциональными соединениями [1-3]. Незаменимая кодируемая аминокислота – метионин участвует в синтезе биологически важных соединений, липидном обмене других аминокислот, активирует действие гормонов, витаминов группы В, ферментов, обезвреживает токсические продукты. В свою очередь, катионообменники с фосфоновыми группами $-P(O)(OH)_2$ обладают специфическими особенностями сорбции в связи с наличием трех активных группировок: фосфорильного кислорода и двух кислотных гидроксильных. В работе установлены закономерности взаимодействия ионов метионина с фосфорнокислыми катионообменниками, различающимися плотностью функциональных групп.

В работе использовали D, L-метионин

(met) марки «Reanal»: $CH_3-S-(CH_2)_4-\overset{+}{N}(CH_3)-COO^-$, предварительно перекристаллизованный из водного раствора и высушенный до постоянной массы при 323 К. Изменения ионной формы аминокислоты достигали добавлением в раствор гидроксида калия или соляной кислоты, водородный показатель раствора контролировали на иономере И-130 с помощью цепи, составленной из хлоридсеребряного и стеклянного электродов. В соответствии с величинами констант кислотно-основного равновесия $pK_1 = 2,15$ и $pK_2 = 9,05$ [4] метионин при $pH < 0,15$ существует в виде катионов, при $pH > 11,05$ – в виде анионов и в интервале $4,15 < pH < 7,05$ – в виде биполярных ионов.

Сорбцию аминокислоты проводили на среднекислотных комплексообразующих фосфорнокислых катионообменниках КРФ-5п и КФ-7. Первый сорбент представляет собой фосфорилированный сополимер стирола с 5 % *n*-дивинилбензолом. КФ-7 получен сополимеризацией ди- β, β' -хлорэтилового эфира винилфосфоновой кислоты, винилацетата и 10 % дивинилбензола с последующим омылением эфирных групп. Сорбенты выпускаются в полупромышленных масштабах как высокоэффективные ионообменники, обладающие селективностью к катионам тяжелых металлов и некоторым органическим соединениям [5]. Полная обменная емкость, определенная потенциометрическим титрованием отдельных

навесок ионообменников раствором гидроксида калия с концентрацией 0,1 моль/дм³ и рассчитанная по уравнению Гендерсона-Хассельбаха, составила для КРФ-5п 9,60 ммоль/г и для КФ-7 6,00 ммоль/г. Протонированную форму катионообменников получали по стандартной методике [1].

Сорбционное равновесие изучали методом переменных концентраций, для этого в колбы помещали навески катионообменника по $(0,1 \pm 0,00005)$ г в пересчете на сухое вещество и заливали 50 см³ раствора метионина с различной концентрацией на 24 часа при 298 К, периодически встряхивая. Содержание поглощенных ионов определяли по разности концентраций в исходном и равновесном растворах. Концентрацию метионина определяли на спектрофотометре UVMini-1240 при длине волны 211 нм [6].

Для определения состава ионообменников после взаимодействия с аминокислотой использовали метод инфракрасной спектроскопии на «Specord IR-75» в интервале волновых чисел от 4000 до 400 см⁻¹. Образцы воздушно-сухих ионообменников в изучаемых формах измельчали и запрессовывали в таблетки с бромидом калия в соотношении 1:100. Интерпретацию спектров осуществляли, используя литературные данные [1, 7].

Тепловые эффекты взаимодействия метионина и ионообменников определяли на калориметрической установке, описанной в [8]. Стеклянные ампулы последовательно взвешивали с точностью $\pm 0,0001$ г до и после внесения навески сорбента и закрепляли с помощью держателей по кругу в кассету, расположенную на крышке калориметрического сосуда. В калориметрический сосуд калиброванной пипеткой вносили раствор метионина объемом $50,00 \pm 0,05$ см³ с необходимой кислотностью и концентрацией, близкой к максимальной сорбции. Термостатирование проводили до установления теплового равновесия в калориметрической ячейке при 298 К, после чего последовательно разбивая ампулы, смешивали раствор метионина с навесками ионообменника. По результатам измерений строили кривую хода калориметрического опыта и определяли изменения температур в калориметрическом сосуде при добавлении каждой порции сорбента и при калибровке [9]. Энтальпию взаимодействия ионов метионина с фосфорнокислыми ионообменниками рассчитывали с учетом тепловых эффектов параллельно протекающих процессов. В отдельных опытах определяли энтальпию набухания ионообменников

смешением навески сорбента с водой. Погрешность определения не превышала 1,5 %.

Типичные изотермы сорбции метионина на фосфорнокислых катионообменниках КРФ-5п и КФ-7 приведены на рисунке 1. В общем случае, на протонированной форме сорбентов из кислых и нейтральных растворов возможно поглощение биполярного иона, а из щелочных - аниона.

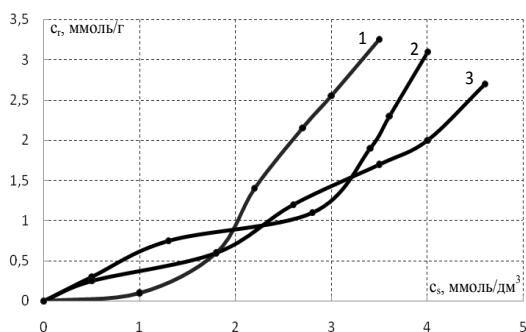


Рисунок 1. Изотермы сорбции метионина из растворов с рН 5,5 (1), 2,0 (2) и 10,5 (3) на протонированной форме КРФ-5п при 298 К.

Вид изотерм сорбции на КРФ-5п свидетельствует о том, что при степенях заполнения ионообменника до 20 % поглощение как биполярного иона, так и аниона метионина происходит практически одинаково. С ростом степени заполнения сорбента происходит насыщение первичных активных центров, после чего наблюдается дополнительное поглощение.

При $0,15 < \text{pH} < 4,15$ аминокислота в растворе находится в форме катиона и биполярного иона, а в катионообменниках в виде катиона, в области $7,05 < \text{pH} < 11,05$ метионин в растворе находится в форме аниона и биполярного иона, а в катионообменниках – биполярного иона. Для описания распределения аминокислоты между фазами, воспользовав-

шись уравнениями материального баланса и константы диссоциации аминокислоты [3], получили значения концентраций отдельных ионных форм аминокислоты ($c_{\text{ак}^+}$, $c_{\text{ак}^-}$):

$$c_{\text{ак}^+} = \frac{CE \cdot K_1 c_{H^+}}{c_{H^+}^2 + K_1 c_{H^+} + K_1 K_2} \quad \text{и} \quad (1)$$

$$c_{\text{ак}^-} = \frac{CE \cdot K_1 K_2}{c_{H^+}^2 + K_1 c_{H^+} + K_1 K_2}$$

Линейное уравнение сорбции биполярного иона или аниона метионина (в общем виде c_{r_i}) на протонированной форме катионообменников имеет вид:

$$\frac{1}{c_r} = \frac{1}{c_{r_i}} = \frac{1}{CE} + \frac{1}{\tilde{K}_i} \cdot \frac{c_{H^+}^2 + K_1 \cdot c_{H^+} + K_1 \cdot K_2}{c_s \cdot c_{H^+}}, \quad (2)$$

где CE – сорбционная емкость ионообменника по иону аминокислоты, $\tilde{K}_i$ – коэффициент сорбционного равновесия по i -му иону аминокислоты, $\tilde{K}_i = \frac{c_i}{c_{H^+}} \cdot \frac{c_{H^+}}{c_i}$, K_1 и K_2 – константы

кисотно-основного равновесия метионина, c_s – аналитическая концентрация аминокислоты.

Результаты расчета сорбционных характеристик фосфорнокислых катионообменников по аниону и биполярному иону при 298 К приведены в таблице 1. Определено, что независимо от количества функциональных групп в ячейке полимерной матрицы, коэффициенты сорбционного равновесия для обоих катионообменников близки, а значения сорбционной емкости по аниону метионина несколько выше, чем по биполярной форме.

Т а б л и ц а 1
Сорбционные характеристики фосфорнокислых ионообменников в протонированной форме по метионину при 298 К

Катионообменник	Поглощаемый ион метионина	CE , ммоль/г	COE , ммоль/г	$\text{p}\tilde{K}_i$
КРФ-5п	$\text{met}^{\pm}$	$5,1 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$	2,77
	met^-	$5,7 \pm 0,3$	$1,3 \pm 0,1$	1,69
КФ-7	$\text{met}^{\pm}$	$3,9 \pm 0,2$	$0,9 \pm 0,1$	1,92
	met^-	$4,9 \pm 0,2$	$1,1 \pm 0,1$	1,79

Поглощение метионина катионообменником происходит со сменой природы сорбционного взаимодействия, что подтверждается изменением угла наклона изотерм, предло-

женных Кокотовым Ю.А. для обмена однозарядных ионов в линейных координатах [10] и приведенных на рисунке 2 для биполярного иона на протонированной форме КРФ-5п:

$$c_r = COE - c_{S_2} \frac{1}{\tilde{K}} \cdot \left(\frac{c_r}{c_{S_1}} \right), \quad (3)$$

где COE – сорбционная обменная емкость ионообменника по ионам метионина, $\tilde{K}$ – коэффициент обменного равновесия ионов аминокислоты, c_{S_1} , c_{S_2} – молярные концентрации в равновесном растворе входящего 1 и выходящего 2 из ионообменника иона, то есть $c_{S_2} = c_{H^+}$.

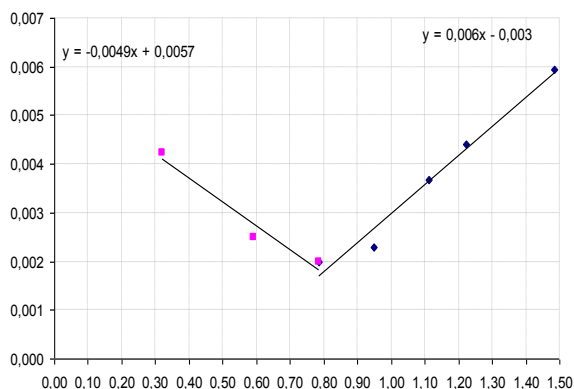
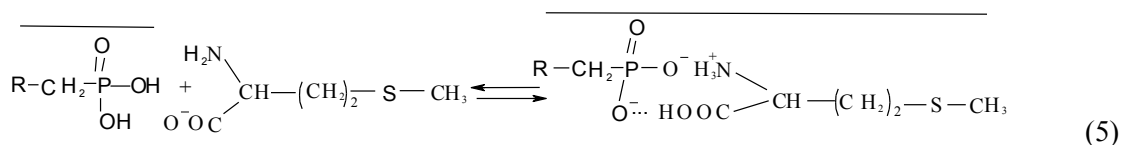
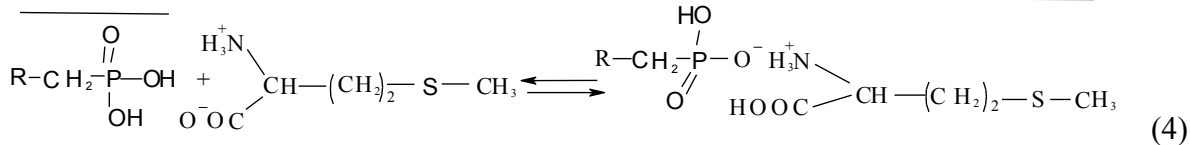


Рисунок 2. Изотермы сорбции биполярного иона на протонированной форме КФР-5п в координатах

$$c_r = f \left[\left(\frac{c_r}{c_s} \right)^{1/1} \right] \text{ уравнения (3).}$$

Обменная составляющая емкости катионообменников, рассчитанная по уравнению (3), по биполярным ионам метионина несколько выше, чем по анионам для обоих фосфорнокислых ионообменников (таблица 1). В целом обменные емкости (COE) КФР-5п и КФ-7 соизмеримы между собой, тогда как сорбционная обменная и необменная емкость (CE) выше для КФР-5п.



Перенос протона от фосфоновой группы ионообменника к карбоксильной группе аминокислоты приводит к возможности возникновения сорбат-сорбатного взаимодействия, при котором ионообменно-поглощенный метионин становится дополнительным сорбционным центром. В результате значительно увеличива-

ется количество поглощенного метионина, благодаря необменной сорбции. Для идентификации соединений, образующихся в фазе ионообменника, методом ИК-спектроскопии исследованы системы КРФ-5п – ион метионина. На ИК-спектрах после сорбции метионина из раствора с pH 10,5 появляются максимумы в области $900-1000 \text{ см}^{-1}$, асимметричные деформационные колебания аминогрупп сорбированных ионов проявляются в области $1630-1610 \text{ см}^{-1}$ и симметричные – $1563-1546 \text{ см}^{-1}$. Полоса колебаний –ОН-групп, соответствующая водородной связи фосфоновых групп, проявляется в области $2700-2650 \text{ см}^{-1}$ и характерна для ионообменников в протонированной форме.

Можно предположить, что в системе, содержащей фосфорнокислый катионообменник и метионин в водном растворе, будут осуществляться кислотно-основные равновесия диссоциации сорбента и метионина по двум ступеням в зависимости от pH. На межфазной поверхности и в фазе ионообменника могут реализовываться равновесия (4) и (5).

Проведенные исследования позволяют предположить, что из кислого раствора на протонированном катионообменнике поглощается биполярный ион метионина по уравнению (4) при низких степенях заполнения. Ион водорода протонированных ионообменников не вытесняется в раствор, а переходит к карбоксильной группе аминокислоты, нейтрализуя ее отрицательный заряд. Из щелочной среды при невысоких концентрациях метионина наиболее вероятна ионообменная сорбция с переносом протона от ионогенной группы катионообменника к карбоксильной группе метионина по уравнению (5). Взаимодействие метионина из щелочного раствора происходит не с водородной, а со смешанной протонированно-депротонированной формой катионообменника.

ется количество поглощенного метионина, благодаря необменной сорбции.

На сорбцию метионина фосфорнокислыми катионообменниками оказывает влияние расположение активных групп в матрице сорбента и форма поглощаемой аминокислоты. Различие строения матрицы полимера – на одну ячейку в

КРФ-5п приходится две активные группы - $\text{PO}(\text{OH})_2$, а в КФ-7 только одна – практически не сказывается на сорбционных характеристиках фосфорнокислых катионообменников. Как в случае катионообменника с большим количеством функциональных групп (КРФ-5п), так и для сорбента с меньшей плотностью функциональных групп (КФ-7), сорбционные обменные емкости по аминокислоте сравнимы, как близки и коэффициенты обмена. Этот эффект связан с низкой способностью ионогенных групп КРФ-5п координироваться для наиболее выгодного соединения с сорбируемым ионом из-за достаточно плотного их расположения в ячейке полимера, относительно большого размера молекулы метионина и возникновением, вследствие этого, стерических затруднений.

Калориметрическим методом получены энтальпии набухания КРФ-5п (H^+) $-\Delta_c H = 9890$ Дж/моль и КФ-7(H^+) $-\Delta_c H = 8560$ Дж/моль, а также энтальпии сорбции метионина ($\Delta_c H$) из водных растворов с pH 10,5, показанные на рисунке 3. Сложный характер взаимодействия аниона метионина с фосфорнокислыми катионообменниками проявляется в отсутствии монотонности зависимости энтальпий сорбции от концентрации противоиона в фазе сорбента. Экзотермический эффект, совместно с положительными величинами показателя коэффициента обменного равновесия, можно трактовать как упрочение связи сорбированной аминокислоты с ионообменником по сравнению с ранее существовавшей связью.

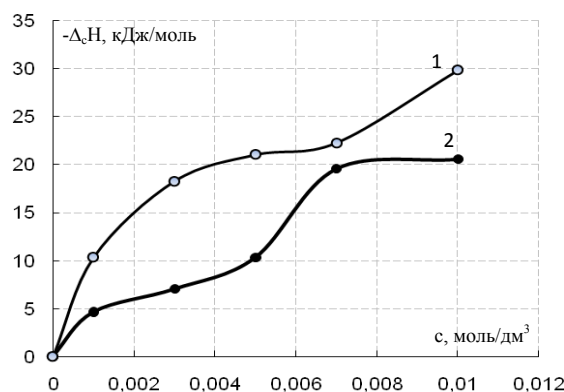


Рисунок 3. Зависимость энтальпий сорбции метионина КРФ-5п (1) и КФ-7 (2) из растворов с pH 10,5

Сравнение значений тепловых эффектов сорбции метионина протонированными формами фосфорнокислых катионообменников показывает, что при одинаковых степенях заполнения сорбентов $\Delta_c H$ на КФ-7 ниже, чем на КРФ-5п. Поскольку исходные растворы метионина одинаковы, можно предположить, что различие величин $\Delta_c H$ объясняется лишь изменениями, происходящими в фазах катионообменников, а именно стерическими затруднениями, возникающими при координации ионогенных групп КРФ-5п.

Таким образом, в работе определено, что сорбционные емкости и их обменные составляющие фосфорнокислых катионообменников по метионину сравнимы, так же близки и их коэффициенты обмена. На сорбцию аминокислоты оказывает влияние, главным образом, расположение активных групп в матрице сорбента и форма поглощаемой аминокислоты.

Работа выполнена в рамках НИОКР по ГК № 4.2186.2014/К по теме "Разработка и конструирование мобильного комплекса для экологического мониторинга состояния водных объектов с возможностью концентрирования органических и неорганических загрязнителей "на месте"".

ЛИТЕРАТУРА

1 Овсянникова Д.В., Бондарева Л.П., Семенов В.Ф. и др. Равновесная сорбция метионина на карбоксильных катионообменниках из растворов различной кислотности // Журн. физ. химии. 2009. Т. 83. № 5. С. 961-966.

2 Бондарева Л.П., Овсянникова Д.В., Семенов В.Ф. Энтальпия взаимодействия водного раствора метионина с карбоксильными катионитами в медной форме // Журн. физ. химии. 2009. Т. 8. № 6. С. 1021-1025.

3 Либинсон Г.С. Сорбция органических соединений ионами. М.: Медицина, 1979. 182 с.

4 Berthon G. Critical evaluation of the stability constants of metal complexes of amino acids with polar side chains (Technical Report) // Pure & Appl. Chem. 1995. V. 67. № 7. P. 1148-1164.

5 Салдадзе К.М., Копылова-Валова В.Д. Комплексообразующие иониты (комплексы). М.: Химия, 1980. 336 с.

6 Пат. 236629 РФ. Способ определения концентрации метионина в водных растворах / Бондарева Л.П., Овсянникова Д.В., Селеменев В.Ф. и др. Опубл. 10.09.09; Бюл. № 25. 6 с.

7 Углянская В.А., Чикин Г.А., Селеменев В.Ф. и др. Инфракрасная спектроскопия ионообменных материалов. Воронеж: ВГУ, 1989. 208 с.

8 Григорова Е.В., Бондарева Л.П., Каданцев А.В. и др. Калориметрическая установка для измерения тепловых эффектов реакций в растворах // Журн. физ. химии. 2010. Т. 84. № 9. С. 1791- 1794.

9 Пат. 2378629 РФ. Способ калориметрического определения сорбции веществ из растворов / Бондарева Л.П., Григорова Е.В., Корниенко Т.С. и др. Опубл. 10.01.10; Бюл. № 1. 9 с.

10 Кокотов Ю.А. Иониты и ионный обмен. Л.: Химия, 1980. 152 с.

REFERENCES

1 Ovsiannikova D.V., Bondareva L.P., Selmenev V.F. et al Equilibrium sorption of methionine on carboxyl cation exchangers from solutions of various acidity. *Zhurn. phiz. khimii.* [Journ. of physical chem.], 2009, vol. 83, no. 5, pp. 961-966. (In Russ.).

2 Bondareva L.P., Ovsiannikova D.V., Selmenev V.F. Enthalpy of interaction of water solution of methionine with carboxyl cation exchangers in a copper form. *Zhurn. phiz. khimii.* [Journ. of physical chem.], 2009, vol. 8, no. 6, pp. 1021-1025. (In Russ.).

3 Libinson G.S. Sorbtsiia organicheskikh soedinenii ionitami [Sorption of organic compounds by ionites]. Moscow, Meditsina, 1979. 182 p. (In Russ.).

4 Berthon G. Critical evaluation of the stability constants of metal complexes of amino acids with polar side chains (Technical Report). *Pure & Appl. Chem*, 1995, vol. 67, no. 7, pp. 1148-1164.

5 Saldadze K.M., Kopylova-Valova V.D. Kompleksoobrazuiushchie ionitui (kompleksity) [Kompleksformation ionites (kompleksits)]. Moscow, Khimiia, 1980. 336 p. (In Russ.).

6 Bondareva L.P., Ovsiannikova D.V., Selmenev V.F. et al. Sposob opredeleniia kontsentratsii metionina v vodnykh rastvorakh [A way of determination of concentration of methionine in water solutions]. Patent RF, no. 236629, 2009. (In Russ.).

7 Uglianskaia V.A., Chikin G.A., Selmenev V.F. et al. Infrakrasnaia spektroskopiia ionoobmennyykh materialov [Infrared spectroscopy of ion-exchange materials]. Voronezh, VGU, 1989. 208 p. (In Russ.).

8 Grigorova E.V., Bondareva L.P., Kadantsev A.V. et al. Calorimetric installation for measurement of thermal effects of reactions in solutions. *Zhurn. phiz. khimii.* [Journ. of physical chem.], 2010, vol. 84, no. 9, pp. 1791 - 1794. (In Russ.).

9 Bondareva L.P., Grigorova E.V., Kornienko T.S. et al. Sposob kalorimetricheskogo opredeleniia sorbtsii veshchestv iz rastvorov [A way of calorimetric definition of sorption of substances from solutions]. Patent RF, no. 2378629, 2010.

10 Kokotov Iu.A. Ionity i ionnyi obmen [Ionites and ionic exchange]. Leningrad, Khimiia, 1980. 152 p. (In Russ.).

УДК 541.183

Доцент А.В. Астапов

(ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина») кафедра физики и химии, тел. 8-951-861-72-87

E-mail: solar_al@mail.ru

доцент Ю.С. Перегудов, доцент Л.В. Лыгина

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра неорганической химии и химической технологии, тел. (473) 255-38-87

E-mail: inorganic_033@mail.ru

Associate Professor A.V. Astapov

(Air Force Academy) Department of physics and chemistry, phone 8-951-861-72-87

E-mail: solar_al@mail.ru

associate Professor Yu.S. Peregudov, associate Professor L.V. Lygina

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of inorganic chemistry and chemical technology, phone (473) 255-38-87

E-mail: inorganic_033@mail.ru

Гидратация и дегидратация кадмиевой и никелевой форм сульфосодержащего ионообменного волокна

Hydration and dehydration of cadmic and nickel forms of sulfur-containing ion-exchange fiber

Реферат. Ионообменники интенсивно взаимодействуют с полярными растворителями. Изучение механизма взаимодействия хемосорбционных волокон с водой и определение количества кинетически неоднородного растворителя необходимо для понимания процессов гидратации и дегидратации. Полученные данные представляют практический и теоретический интерес при изучении процессов ионного обмена и комплексообразования. Цель данной работы - исследование гидратации и дегидратации хемосорбционного волокна ВИОН КС-3 в кадмиевой и никелевой формах. Дериватографическим и изопиестическим методами оценено состояние воды в сульфосодержащем ионообменном волокне с функциональными группами $-\text{SO}_3\text{H}$. Получены изотермы сорбции паров воды. Обнаружено наличие воды различной степени связанности. Выявлено влияние природы насыщающих волокно ионов на ход изотерм сорбции. Из результатов дериватографических исследований определены числа гидратации волокна, соответствующие каждой ступени удаления воды. Вычислены значения энергии Гиббса гидратации волокна в никелевой и кадмиевой формах. Наибольшие изменения энергии Гиббса характерны для начального этапа сорбции паров воды.

Summary. Ion-exchangers intensively interact with polar solvents. Studying of the mechanism of interaction of chemisorption fibers with water and definition of amount of kinetic non-uniform solvent is necessary for understanding of processes of hydration and dehydration. The data obtained are of practical and theoretical interest in the study of ion exchange and complexation. The purpose of this work - the study of hydration and dehydration during chemisorption-fiber VION COP-3 in cadmium and nickel forms. The state of water in sulfur-containing ion-exchange fibers with functional groups $-\text{SO}_3\text{H}$ was estimated by the thermogravimetric analysis and isopiestic methods. Isotherms of sorption of vapors of water are received. The presence of water with different degrees of binding was confirmed. Influence of the nature of the ions saturating fiber on the course of isotherms of sorption is revealed. From results of thermogravimetric researches, the hydration numbers of fiber corresponding to each stage of water removal were determined. The Gibbs free energies of hydration of cadmic and nickel forms of fiber were calculated. The greatest changes of Gibbs free energies are characteristic for the initial stage of sorption of vapors of water.

Ключевые слова: сульфосодержащее ионообменное волокно, дериватографический метод, изопиестический метод, состояние воды.

Keywords: sulfur-containing ion-exchange fiber, thermogravimetric analysis, isopiestic method, state of water.

Ионообменники интенсивно взаимодействуют с полярными растворителями. Изучение механизма взаимодействия хемосорбционных волокон с водой и определение количества кинетически неоднородного растворителя необходимо для понимания процессов гидра-

тации и дегидратации. Полученные данные представляют практический и теоретический интерес при изучении процессов ионного обмена и комплексообразования.

© Астапов А.В., Перегудов Ю.С., Лыгина Л.В., 2014

Цель данной работы - исследование гидратации и дегидратации хемосорбционного волокна ВИОН КС-3 в кадмиевой и никелевой формах.

Объектом исследования служило хемосорбционное волокно ВИОН КС-3, содержащее сульфогруппы $-SO_3H$. Химические и физические свойства волокон ВИОН представлены в работе [1]. Подготовку волокна проводили по стандартным методикам [2]. Для исследования волокно переводили в Cd^{2+} и Ni^{2+} - формы.

Изучение процесса дегидратации волокна КС-3 и его ионных форм проводили на дериватографе системы "Паулик, Паулик и Эрдеи". Для исследования использовали образцы волокна массой 0,1 г, которые выдерживали при активности паров воды 0,980. Эталон служил Al_2O_3 , прокаленный при 1473 К. Методика дериватографических исследований описана в работе [3].

Для получения изотерм сорбции паров воды навески волокна в металлических формах выдерживали над насыщенными растворами солей с различной упругостью водяного пара до установления равновесия. Поглощение паров воды волокном осуществлялось при температуре 298 К в диапазоне ее паров (a_w) от 0,111 до 0,980 [2].

На рисунке 1 представлены изотермы сорбции паров воды волокном ВИОН КС-3 в Ni^{2+} и Cd^{2+} - формах.

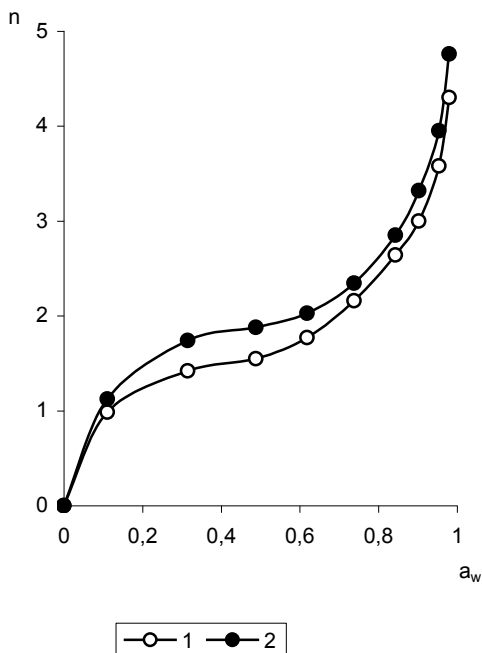


Рисунок 1. Изотермы сорбции паров воды волокном ВИОН КС-3 в кадмиевой (1) и никелевой (2) формах (n , моль H_2O /моль функциональных групп)

Полученные изотермы имеют S-образный вид. Каждый участок изотерм свидетельствует

о разном механизме взаимодействия молекул воды с ионными формами волокна. При низкой активности воды наблюдается резкое увеличение сорбции воды. Это связано с гидратацией противоионов Ni^{2+} , Cd^{2+} и сульфогрупп волокна ВИОН КС-3. При этом возникающий слой адсорбированных молекул воды притягивает дополнительные молекулы воды, образующие последующие слои. Упрочнение водородных связей ближайших к ионам Ni^{2+} и Cd^{2+} молекул воды является наиболее сильным. Число сорбционных центров в волокне возрастает и наблюдается ускоренный рост сорбции воды.

Природа насыщающих волокно ионов Ni^{2+} и Cd^{2+} влияет на характер изотерм сорбции паров воды. В таблице 1 приведены некоторые характеристики исследованных ионов, такие как ионный радиус, электронное строение, энтальпии ($\Delta H_{гидр}$) и энтропии ($\Delta S_{гидр}$) гидратации, изменение энтропии воды при гидратации данных катионов (ΔS_{II}) [4].

Никелевая форма ВИОН КС-3 поглощает большее количество воды, чем кадмиевая форма во всем диапазоне активностей водяных паров. Как видно из таблицы 1, для иона Ni^{2+} также характерно большее значение энтальпии гидратации, чем для иона кадмия.

Т а б л и ц а 1

Ионный радиус r (по Гольдшмиду), электронное строение иона, энтальпия и энтропия гидратации, изменение энтропии воды при гидратации ионов

Ион	Строение	r , нм	$-\Delta H_{гидр}$, кДж/моль	$-\Delta S_{гидр}$, Дж/моль · К	$-\Delta S_{II}$, Дж/моль · К
Ni^{2+}	$...3d^8$	0,078	2964,8	443,5	225,1
Cd^{2+}	$...4d^{10}$	0,103	2685,7	397,5	143,1

Как показано в работе [4], при изучении структуры ионных растворов, необходимо разделять изменение энтропии при гидратации ионов на две части, одна характеризует изменение энтропии при образовании гидратированного иона, другая — изменение энтропии растворителя. При введении в воду неорганических ионов возникают два эффекта. Один связан с тем, что взаимодействие иона с молекулами воды приводит к нарушению её структуры, характерной для чистой воды. Этот эффект сопровождается ростом энтропии (эффект разупорядочения). Второй эффект - взаимодействие иона с водой приводит к стабилизации её структуры и сопровождается уменьшением энтропии (эффект упорядочения). Эффект упорядочения преобладает над эффектом разупорядочения для двух и более зарядных ионов [4]. Общий знак ΔS_{II} зависит от преобладающего

влияния одного из этих эффектов. Эта величина относит исследуемые ионы Cd^{2+} и Ni^{2+} к структурообразователям воды.

На основании результатов изопиестического метода вычислены значения свободной энергии Гиббса гидратации ($\Delta G_{\text{гидр}}$) волокна ВИОН КС-3 в Ni^{2+} и Cd^{2+} - формах (рисунок 2) по формуле, приведенной в работе [2]:

$$\Delta G_{\text{гидр}} = nRT \ln a_w - RT \int_0^{a_w} n \, d \ln a_w, \quad (1)$$

где n – количество моль воды на эквивалент фиксированных групп.

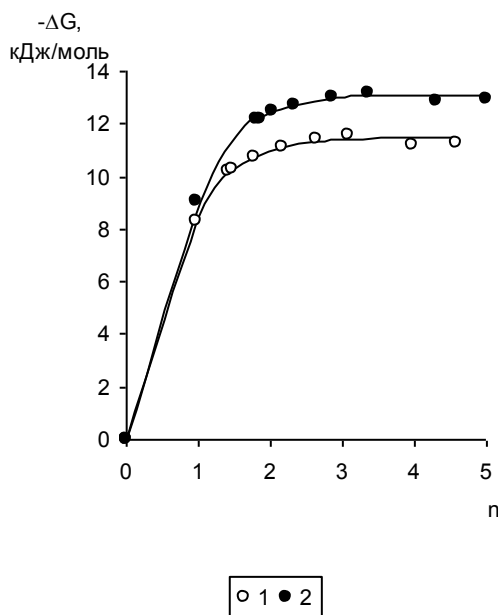
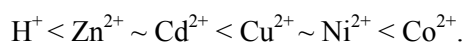


Рисунок 2. Значения ΔG гидратации кадмиевой (1) и никелевой (2) форм волокна ВИОН КС-3 при 298 К (n , моль H_2O /моль функциональных групп)

Согласно рисунку 2, наибольшие изменения $\Delta G_{\text{гидр}}$ характерны для обеих форм ВИОН КС-3 при сорбции до 1,7 молей воды. Дальнейшее поглощение воды волокном ВИОН КС-3 сопровождается незначительным изменением величины $\Delta G_{\text{гидр}}$. Процесс гидратации волокна в никелевой форме характеризуется большей величиной $\Delta G_{\text{гидр}}$ по сравнению с кадмиевой формой для интервала $n = 1,5-5$.

Ранее в работе [5], изопиестическим методом изучалась гидратация Cu^{2+} , Zn^{2+} и Co^{2+} -форм хемосорбционного волокна ВИОН КС-3. Используя полученные результаты, можно расположить ионные формы волокна в порядке возрастания величины $\Delta G_{\text{гидр}}$:



В результате дериватографических исследований были получены четыре зависимости: разности температур исследуемого образ-

ца и эталона, который не претерпевает превращений, от времени t (кривая ДТА); изменения массы образца от температуры (термогравиметрическая кривая ТГ); скорости изменения массы, т.е. производной dm/dt , от температуры (дифференциальная термогравиметрическая кривая ДТГ) и температуры от времени (кривая ТА). Эти кривые характеризуют процесс дегидратации кадмиевой и никелевой форм волокна ВИОН КС-3. На кривых ДТА для ионных форм волокна с различным влагопоглощением в области температур 290-380 К отмечается эндотермический эффект, соответствующий удалению воды из волокна и сопровождающийся изменением массы на термогравиметрической кривой (ТГ) и эффектом на дифференциальной термогравиметрической кривой (ДТГ), характеризующим скорость процесса. Площадь пика ДТА пропорциональна изменению энтальпии реакции и массе образца и обратно пропорциональна его температуропроводности [6]. На ход термоаналитических кривых влияют степень набухания волокна КС-3 в различных ионных формах. Гидратационная способность солевых форм ВИОН КС-3 при различной активности воды зависит от количества полярных центров и их доступности. По кривым ТГ рассчитана степень превращения α (отношение изменения массы на заданный момент времени к общему изменению массы в конце процесса) в зависимости от температуры (рисунок 3).

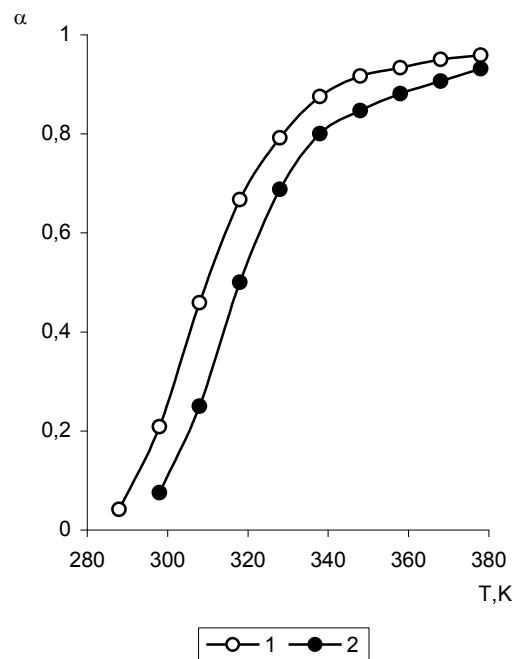


Рисунок 3. Зависимости степени превращения от температуры для образцов волокна ВИОН КС-3 в кадмиевой (1) и никелевой (2) формах

Полученные зависимости имеют s-образную форму, показывающую сложный характер взаимодействия молекул воды с волокном. Разные ступени дегидратации характеризуются различной скоростью выделения воды [3]. Построены зависимости логарифма степени превращения вещества от температуры $\alpha=f(1/T)$ (рисунок 4).

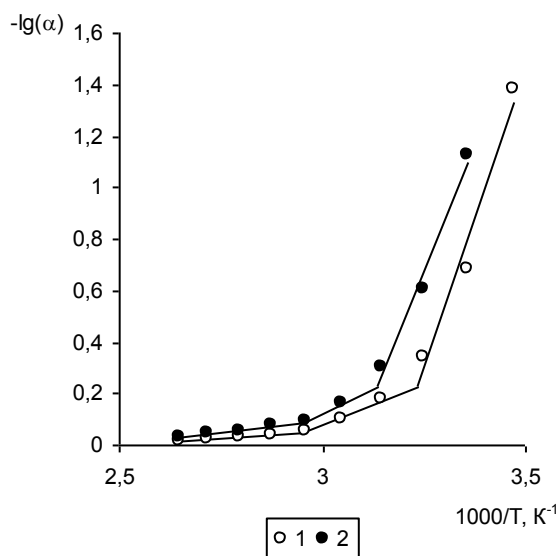


Рисунок 4. Зависимость $\lg \alpha$ от $1/T$ для образцов волокна ВИОН КС-3 в кадмиевой (1) и никелевой (2) формах

На кривых видны три линейных участка, это соответствует трем формам связи воды и различной скорости дегидратации. На первом участке кривых (рисунок 4) удаляются молекулы воды с диполь-дипольным взаимодействием (дальняя гидратация). На втором участке - молекулы воды, находящиеся вблизи противоионов и функциональных групп волокна, а также из ассоциатов. Третий участок кривых соответствует выделению молекул воды, связанных с сульфогруппами волокна КС-3 и ионами Cd^{2+} и Ni^{2+} по ион-дипольному типу (ближняя гидратация) [3].

В таблице 2 приведены количественные характеристики кинетически неравновесных молекул воды для никелевой и кадмиевой форм волокна ВИОН КС-3 в области предельного набухания ($a_w = 0,980$).

Как видно из таблицы 2, для Ni^{2+} и Cd^{2+} -форм волокна наблюдаются близкие доли воды, находящейся в области дальней гидратации.

С увеличением расстояния от ионов структурные изменения воды должны ослабевать. Доля воды в области ближней гидратации в 1,8 раза больше для никелевой формы волокна КС-3, чем для Cd^{2+} -формы. Известно, что ион Ni^{2+} в водных растворах образует аквакомплексы с координационным числом 6, а кадмий – 4 [7].

Т а б л и ц а 2

Количественные характеристики кинетически неравновесной воды в волокне ВИОН КС-3 при $a_w = 0,980$ (x - количество воды, моль/моль функциональных групп; W -массовая доля воды, %)

Ступени дегидратации	ΔT , К	x	W
Ni^{2+} -форма			
I	293,0-319,1	2,62	60
II	319,1-339,2	0,96	22
III	339,2-378,0	0,81	18
Cd^{2+} -форма			
I	293,0-309,1	1,85	59
II	309,1-339,9	0,99	31
III	339,9-378,0	0,30	10

Доля растворителя, образующего ассоциаты для кадмиевой формы в 1,4 раза превышает аналогичную величину для никелевой. Можно отметить, что различие в долях прочно и среднесвязанных молекул воды сильнее наблюдается для Cd^{2+} -формы.

Природа хемосорбционных волокон ВИОН и их функциональных групп также оказывает влияние на количественные характеристики воды. При этом меняется степень диссоциации и гидратации функциональных групп, число полярных центров и их доступность. Сравнивая состояние воды в никелевой форме волокон КС-3 и карбоксилсодержащего КН-1 [8], можно отметить, что доля слабосвязанной воды для Ni^{2+} -формы КС-3 в ~1,5 раза больше, чем для аналогичной формы КН-1. Доля среднесвязанной воды, наоборот, в 1,5 раза выше для волокна КН-1, а доля прочносвязанной воды в 1,4 раза меньше для КС-3.

Таким образом, проведенные исследования показали, что количество воды различной степени связанности в металлических формах сульфосодержащего ионообменного волокна КС-3 определяется природой противоионов Ni^{2+} и Cd^{2+} .

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Зверев М.П. Хемосорбционные волокна. М: Химия, 1981. 192 с.
- 2 Полянский Н.Г., Горбунов Г.В., Полянская Н.Я. Методы исследования ионитов. М.: Химия, 1976. 280 с.
- 3 Котова Д.Л., Селеменев В.Ф. Термический анализ ионообменных материалов. М: Наука, 2002. 157 с.
- 4 Крестов Г.А. Термодинамика ионных процессов в растворах. М.: Химия, 1984. 272 с.
- 5 Астапов А.В., Перегудов Ю.С., Копылова В.Д. Гидратация волокна ВИОН КС-3 в различных ионных формах // Сорбционные и хроматографические процессы. 2007. Т.7. № 3. С. 456-458.
- 6 Шестак Я. Теория термического анализа. М: Мир, 1987. 456 с.
- 7 Кукушкин Ю.Н. Реакционная способность координационных соединений. М.: Химия, 1987. 288 с.
- 8 Астапов А.В., Перегудов Ю.С., Копылова В.Д., Попова К.А. Гидратационные характеристики хемосорбционного волокна ВИОН КН-1 в никелевой и цинковой формах // Журн. физ. химии. 2010. Т. 84. №3. С. 566-569.

REFERENCES

- 1 Zverev M.P. Khemosorbtsionnye volokna [Chemisorption fibers]. Moscow, Khimija, 1981. 192 p. (In Russ.).
- 2 Polianskii N.G., Gorbunov G.V., Polianskaia N.Ia. Metody issledovaniia ionitov [Methods of research of ion-exchangers]. Moscow, Khimiia, 1976. 280 p. (In Russ.).
- 3 Kotova D.L., Selemenov V.F. Termicheskii analiz ionoobennykh materialov [Thermal analysis of ion-exchange materials]. Moscow, Nauka, 2002. 157 p. (In Russ.).
- 4 Krestov G.A. Termodinamika ionnykh protsessov v rastvorakh [Thermodynamics of ionic processes in solutions]. Moscow, Khimiia, 1984. 272 p. (In Russ.).
- 5 Astapov A.V., Peregudov Iu.S., Kopylova V.D. Hydration of fiber VION KS-3 in various ionic forms. *Sorptsionnye I khromatograficheskie protsessy*. [Sorption and chromatographic processes], 2007, vol. 7, no. 4, pp. 456-458. (In Russ.).
- 6 Shestak Ia. Teoriia termicheskogo analiza [Theory of the thermal analysis]. Moscow, Mir, 1987. 456 p. (In Russ.).
- 7 Kukushkin Iu.N. Reaktsionnaia sposobnost' koordinatsionnykh soedinenii [Reactionary ability of coordination compounds]. Moscow, Khimiia, 1987. 288 p. (In Russ.).
- 8 Astapov A.V., Peregudov Iu.S., Kopylova V.D., Popova K.A. The hydration characteristics of chemisorption fiber VION KN-1 in the nickel and zinc forms. *Zhurnal fizicheskoi khimii*. [J. phis. chemistry], 2010, vol. 84, no. 3, pp. 566-569. (In Russ.).

УДК 678.029

Доцент В.А. Седых

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра химии, химической технологии органических веществ и переработки полимеров

профессор А.В. Жучков

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов химических производств тел. (473)249-92-37

E-mail: cdxva@mail.ru

инженер А.Л. Тарасова

(ООО «ТехпроектСинтез», Воронеж)

Инженер Н.В. Щербак

(ООО "Полимер», Десногорск)

Associate Professor V.A. Sedykh

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of chemistry, chemical technology of organic substances and polymer processing

professor V.V. Zhychkov

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of machines and equipment of chemical plants. phone (473)249-92-37

E-mail: cdxva@mail.ru,

engineer A. L. Tarasova

(Voronezh, Russia. LLC "TekhproektSintez")

engineer N. V. Shcherbak

(Desnogorsk LLC "Polymer")

Изучение технических свойств оболочек высокостирольного термоэластопласта

The study of the technical properties of membranes high-styrene thermoplastic elastomer

Реферат. При профилактике желудочных заболеваний гибкий оптоволоконный жгут с камерой и подсветкой после его извлечения из желудка подвергают разборке и продолжительной стерилизации. Защита гибкого оптоволоконного жгута, одноразовой и прозрачной оболочкой сокращает продолжительность разборки и стерилизации. В качестве материала для этой оболочки рекомендован разработанный Воронежским филиалом ФГУП «НИИСК» высокостирольный блоксополимер СтироТЭП-65. Целью работы являлась отработка технологий получения пленок, защитных оболочек из ТЭП и оценка их технических показателей. В качестве эталона сравнения испытывалась экструдированная пленка СтироТЭП-65. Ориентация макромолекул полимера вдоль рукава в процессе его вытяжки обеспечила эффект анизотропии свойств пленки вдоль и поперек рукава. При изучении свойств растворов термоэластопласта установлено, что увеличение вязкости раствора обеспечивает большую толщину пленки при однократном макании в них форм. Исследовалось влияние концентрации раствора СтироТЭП-65 в толуоле и скорости вращения шпинделя вискозиметра Брукфильда RV-E на их вязкость. С ростом концентрации раствора полимера с 19,0 до 26,8 % масс. уровень вязкости увеличивался с 104 до 330 мПа·с. В интервале увеличения скорости вращения шпинделя с 2,0 до 10,0 об/мин вязкость растворов независимо от концентрации повышалась по причине проявления тиксотропии. Дальнейшее увеличение скорости вращения шпинделя с 10 до 100 об/мин не влияло на вязкость растворов. Это характерно для идеальных жидкостей. Пленки, отлитые на горизонтальной поверхности целлофана из 10 % толуольного раствора, характеризовались меньшей прочностью, чем экструдированные, но с большим удлинением при разрыве. Получение тонкостенных оболочек осуществляли методом макания форм в растворы. Определено влияние кратности маканий форм в растворы полимеров и концентрации растворов, толщины слоя и природы подложки на упруго-прочностные показатели пленок. Максимальная прочность и наибольшее относительное удлинение при разрыве оболочек достигнуты при трехкратном макании формы в раствор СтироТЭП-65 с концентрацией 19 % масс. Увеличение кратности погружений форм в раствор приводило к снижению разброса толщины оболочек. При большем увеличении диаметра форм зафиксировано проявление эффекта анизотропии свойств в продольном и поперечном сечении оболочек по причине ориентации макромолекул полимера по поперечному периметру оболочки. Подтверждено, что увеличение толщины оболочек приводило к снижению светопропускающей способности, определяемой с помощью блескомера ФБ-2 и Моно-Спектра СФ-56. Замечено снижение светопропускания при толщинах оболочек более 0,15 мм. Показано, что с увеличением длины волны светопропускание возрастало по экспоненциальной зависимости. Увеличение толщины оболочек СтироТЭП-65 от 0,14 до 0,19 мм приводило к незначительному снижению светопропускания в видимом и инфракрасном диапазоне длины волны от 450 до 750 нм. В результате разработана методика отлива оболочек, определена их оптимальная толщина, исходя из упруго-прочностных показателей, выявлен эффект анизотропии свойств оболочек в продольном и поперечном сечении.

© Седых В.А., Жучков А.В.,

Тарасова А.Л., Щербак Н.В., 2014

Summary. In the prevention of gastric diseases flexible optical fiber harness with camera and lighting after its extraction from the stomach is subjected to disassembly and continuous sterilization. Protection flexible optical fiber tourniquet, disposable and transparent sheath reduces the duration of the disassembly and sterilization. As the material for the shell of the recommended developed by the Voronezh branch of the FSUE "NIISK" high-styrene block copolymers Styrotep-65. The aim of this work was the development of technologies for films, protective shells of TEC and estimation of their technical parameters. As a benchmark comparison was tested extruded film Styrotep-65. The orientation of the macromolecules of the polymer along the sleeve during extraction provided the anisotropy of the properties of the film along and across the sleeves. In the study of properties of solutions of thermoplastic elastomer is established that the increase in solution viscosity provides greater film thickness in a single dunking them in forms. We investigated the effect of the concentration of a solution Styrotep-65 in toluene and the speed of rotation of a spindle of a Brookfield viscometer PV-E on their viscosity. With increasing concentration of the polymer solution with 19,0 to 26,8 % of the mass, the level of viscosity was increased from 104 to 330 MPa·S. In the interval of increasing the rotational speed of the spindle from 2.0 to 10.0 rpm viscosity solutions is not dependent on the concentration increased due to manifestations of thixotropy. A further increase in the speed of rotation of the spindle 10 to 100 rpm did not affect the viscosity of the solutions. This is true for ideal fluids. Film cast on a horizontal surface of the cellophane from a 10 % toluene solution, was characterized by lower strength than extruded, but with a large elongation at break. Determined the impact of the multiplicity of dipping forms in solution and polymer solution concentration, layer thickness and nature of the substrate on the elastic strength properties of the films. Determined the impact of the multiplicity of dipping forms in solution and polymer solution concentration, layer thickness and nature of the substrate on the elastic strength properties of the films. Maximum strength and the highest elongation at rupture of membranes achieved at three times the dunking form in solution Styrotep-65 with a concentration of 19 % of the mass. The increase in the number of dives forms in the solution was reduced scatter of shell thickness. Under higher magnification, the diameter of the fixed forms of the manifestation of the anisotropy of the properties in the longitudinal and transverse cross section of the membranes due to the orientation of the macromolecules of the polymer along the transverse perimeter of the shell. Confirmed that the increase in the shell thickness leads to a decrease of the translucent ability, measured by a gloss FB-2 and Mono-Spectrum SF-56. Noticed a decrease in light transmission when the thicknesses of the membranes more than 0.15 mm. It is shown that with increase of the wavelength of light grew exponentially. The increase in the thickness of the shells Styrotep-65 from 0.14 to 0.19 mm resulted in a slight decrease in light transmission in the visible and infrared wavelength range from 450 to 750 nm. In the method for casting membranes, determined their optimal thickness based on elastic-strength indicators, identified the effect of the anisotropy properties of the membranes in the longitudinal and transverse cross-section.

Ключевые слова: термоэластопласт, растворы, пленки, прочность, светопропускание.

Key words: the thermoplastic elastomer, solutions, film strength, light transmittance.

В настоящее время при профилактике желудочных заболеваний широко используются эндоскопы различного назначения. Важнейшим элементом эндоскопов является гибкий оптиковолокнистый жгут с камерой и подсветкой. После извлечения устройства из желудка он подвергается разборке и продолжительной стерилизации. Сокращение продолжительности подготовки жгутов является актуальным.

Одним из вариантов решения данной задачи является одевание на гибкий оптиковолокнистый жгут защитной, одноразовой и прозрачной оболочки.

В качестве материала пригодного для этой оболочки может быть рекомендован разработанный Воронежским филиалом ФГУП «НИИСК» высокостирольный блоксополимер СтироТЭП-65 [1-5]. Пленки данного блоксополимера характеризуются приемлемой прочностью, эластичностью и самое главное прозрачностью.

Целью работы являлась отработка технологий получения пленок, защитных оболочек из СтироТЭП-65 и оценка их технических показателей.

В качестве эталона сравнения испытывалась пленка СтироТЭП-65, полученная экструзией из расплава через плоскощелевую головку (таблица 1).

Продемонстрирован эффект анизотропии свойств пленки вдоль и поперек рукава, т.е. различие в прочности, удлинении при разрыве. Это объяснялось ориентацией макромолекул полимера вдоль рукава в процессе его вытяжки.

Известно, что с ростом концентрации растворов полимеров их вязкость повышалась. В свою очередь, увеличение вязкости растворов обеспечивает большую толщину пленки при однократном макании в них форм.

Исследовалось влияние концентрации раствора СтироТЭП-65 в толуоле и скорости вращения шпинделя (s62) вискозиметра Брукфильда PV-E на их вязкость. Подтверждено, что с ростом концентрации раствора полимера с 19,0 до 26,8 % масс. (в 1,4 раза) уровень вязкости увеличивался с 104 до 330 мПа·с (в 3,2 раза) (рисунок 1). Установлено, что с ростом скорости вращения шпинделя с 2,0 до 10,0 об/мин вязкость растворов независимо от концентрации повышалась.

Упруго-прочностные показатели экструдированной пленки СтироТЭП-65 вдоль и поперек рукава (толщина 0,03 - 0,05 мм)

Толщина, мм	Направление растяжения	Прочность при разрыве, f_p , МПа	Удлинение при разрыве:		Остаточное удлинение после разрыва:	
			относительное $E_p, \%$	приведенное E_p/f_p	относительное $E_{ост}, \%$	приведенное $E_{ост}/E_p$
0,04 - 0,05	вдоль	63,1	73	1,6	13	0,17
0,03 - 0,04	поперек	22,3	136	6,0	20	0,15

Это объяснялось проявлением тиксотропии за счет эффекта структурной вязкости раствора полимера. Следовательно, при медленном извлечении форм слои растворов будут удержи-

ваться на их поверхности. Дальнейшее увеличение скорости вращения шпинделя с 10 до 100 об/мин не влияло на вязкость растворов, что характерно для идеальных жидкостей.

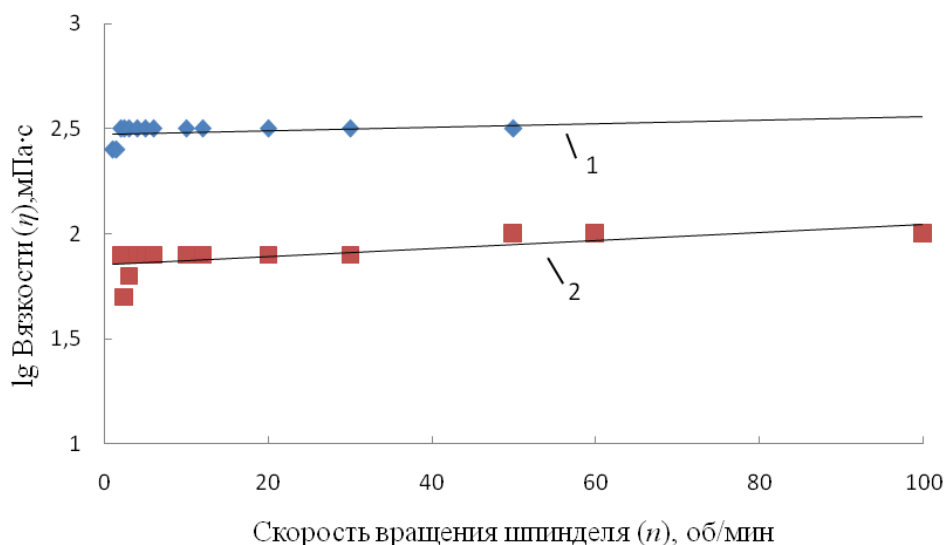


Рисунок 1. Влияние концентрации растворов СтироТЭП-65 и скорости вращения шпинделя вискозиметра на их вязкость

Концентрация растворов: 1) 26,8 % масс. $\lg \eta = 0,000 \cdot n + 2,5$; 2) 19,0 % масс. $\lg \eta = 0,001 \cdot n + 1,9$.

Была разработана методика отлива полимерных пленок и оболочек из растворов. Пленки, отлитые на горизонтальной поверхности натянутого целлофана из 10 % толуольного раствора характеризовались меньшей прочностью, чем экструдированные, но с большим относительным и остаточным удлинением при разрыве (таблица 2).

Получение тонкостенных оболочек осуществляли методом макания форм в растворы по аналогии получения хирургических перчаток и напальчников.

В раствор погружали 2-3 раза пробирки из стекла ($D = 20$ мм) или преформы ПЭТФ ($D = 30$ мм) в зависимости от толщины пленки. После каждого окунания с форм снимали стеклянной палочкой лишние капельки раствора. В промежутках между маканий слои раствора сушили на воздухе 10-15 мин. По завершению процедуры оставляли образцы под вытяжкой в перевернутом вертикальном положении при

температуре 20 °С на 24 ч. Далее пробирки с полимерной оболочкой выдерживали в изо-пропиловом спирте на 24 ч, а затем извлекали из спирта для просушки на 10-15 мин и вручную снимали оболочки с форм.

Было произведено определение влияния толщины слоев, концентрации раствора блок-сополимера и природы подложки на упруго-прочностные показатели оболочек. Установлено, что кратность маканий форм в растворы полимеров и концентрация последних влияли на упруго-прочностные показатели полученных оболочек (таблица 3). Максимальная прочность и наибольшее относительное удлинение при разрыве оболочек достигнуты при трехкратном макании формы в раствор СтироТЭП-65 с концентрацией 19 % масс. Повышение прочности и относительного удлинения при разрыве оболочек, полученных из разбавленных растворов, объяснялось снижением разброса их толщины.

Упруго-прочностные показатели пленок (толщина 0,15 - 0,18 мм) СтироТЭП-65 отлитых на целлофане из 10 % го раствора толуола

Прочность при разрыве, МПа	Удлинение при разрыве:		Остаточное удлинение после разрыва:	
	относительное $E_p, \%$	приведенное E_p/f_p	относительное $E_{ocm}, \%$	приведенное E_{ocm}/E_p
17,9	717	40,1	77	0,11

Увеличение кратности погружений форм в раствор приводила к снижению разброса толщины оболочек, т.к. происходило «залечивание» дефектов пленок.

При большем увеличении диаметра форм зафиксировано проявление эффекта анизотропии свойств в продольном и поперечном сечении оболочек (таблица 4). Это объяснялось ориентацией макромолекул полимера по поперечному периметру оболочки в результате затрудненной усадки при улетучивании растворителя.

Изучили светопропускающую способность оболочек СтироТЭП-65. Подтверждено, что увеличение толщины оболочек приводило к снижению светопропускающей способности (таблица 5), определяемой косвенным методом с помощью блескомера фотоэлектрического ФБ-2. Заметное снижение светопропускания выявлено при толщинах оболочек более 0,15 мм. Более детальное изучение светопропускания пленок было проведено на Моно-Спектре СФ-56.

Влияние кратности маканий стеклянных форм и концентрации раствора на упруго-прочностные показатели оболочек СтироТЭП-65

Толщина, мм	Количество маканий	Прочность при раз- рыве f_p , МПа	Удлинение при разрыве:		Остаточное удлинение после разрыва:	
			относительное $E_p, \%$	приведенное E_p/f_p	относительное $E_{ocm}, \%$	приведенное E_{ocm}/E_p
26,8 % масс. раствор в толуоле						
0,04-0,05	1	15,6	433	27,7	91	0,21
0,12-0,19	2	6,4	190	29,7	36	0,19
0,24-0,28	3	9,4	227	24,1	60	0,26
19,0 % масс. раствор в толуола						
0,06-0,08	2	11,6	175	15,1	21	0,12
0,09-0,11	3	21,4	437	20,4	103	0,24

Влияние направления растяжения на упруго-прочностные показатели оболочек СтироТЭП-65 отлитых на ПЭТФ преформу из 19 % го раствора в толуоле (двух кратное макание)

Толщина, мм	Направление растяжения образца	Прочность при разрыве f_p , МПа	Удлинение при разрыве:		Остаточное удлинение после разрыва:	
			относительное $E_p, \%$	приведенное E_p/f_p	относительное $E_{ocm}, \%$	приведенное E_{ocm}/E_p
0,10-0,18	вдоль	4,4	280	63,7	59	0,21
0,06-0,08	поперек	6,5	180	27,7	36	0,20

Влияние толщины оболочек СтироТЭП-65 отлитых на стекле из 26,8 % масс. раствора в толуоле на их светопропускание

Толщина, мм	Количество маканий	Светопропускание (по белизне), мА
0,04	1	0,99
0,15	2	0,97
0,26	3	0,95

Показано, что с увеличением длины волны светопропускание возрастало по экспоненциальной зависимости.

Установлено, что увеличение толщины оболочек СтироТЭП-65 от 0,14 до 0,19 мм приводило к незначительному снижению светопропускания в видимом и инфракрасном диапазоне длины волны от 450 до 750 нм, т.е. не являлось лимитирующим фактором.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ашпина О. // The Chemical Journal. 2011. № 1 -2. С. 58-61.
- 2 Стиролюкс общая презентация [Электронный ресурс] // BASF в РФ. Режим доступа: <http://www.basf.ru> (25 марта 2013 г.).
- 3 Продукция. СтироТЭП-70 [Электронный ресурс] // Воронежский филиал ФГУП «НИИ синтетического каучука». Режим доступа: <http://www.niisk.vrn.ru> (25 марта 2013 г.).
- 4 Алексеев А.А., Лобанов А.В., Осипчик В.С., Глуховской В.С. и др. Свойства высокостирольного бутадиен-стирольного блок-сополимера // Пластические массы. 2013. № 3. С. 12-15.
- 5 Седых В.А., Карманова О.В., Москалёв А.С., Рамазанов С.Р. Изучение технических и технологических свойств СтироТЭП-65 // ВГУИТ. 2013. № 4. С. 175-178

Таким образом, разработана методика отлива оболочек для оптоволоконных жгутов эндоскопа многократным маканием форм разного диаметра в растворы СтироТЭП-65, определена оптимальная толщина оболочек по упруго-прочностным показателям и светопропусканию и выявлен эффект анизотропии свойств оболочек, полученных разными методами, в результате ориентации макромолекул.

REFERENCES

- 1 Ashpina O. The Chemical Journal, 2011, no. 1-2, pp. 58-61.
- 2 Styrolux General presentation. *BASF v RF*. [BASF in the Russian Federation]. Available at: <http://www.basf.ru> (Accessed 25 March 2013). (In Russ.).
- 3 Products. StiroTEP-70. *Voronezhskii filial FGUP "NII sinteticheskogo kauchuka"*. [Voronezh branch of the Federal state unitary enterprise "Research Institute of synthetic rubber"]. Available at: <http://www.niisk.vrn.ru> (Accessed 25 March 2013). (In Russ.).
- 4 Alekseev A.A., Lobanov A.C., Osipchik V.S., Glukhovskoi V.S. et al. Properties of high-styrene butadiene-styrene block copolymer. *Plasticheskie massy*. [Plastic masses], 2013, no. 3, pp. 12-15. (In Russ.).
- 5 Sedykh V.A., Karmanova O.V., Moskalev A.S., Ramazanov S.R. Study of the technical and technological properties of Startap-65. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2013, no. 4, pp. 175-178. (In Russ.).

УДК 678.675

Профессор А.И. Буря

(Днепродзерж. гос. техн. ун-т) кафедра физики конденсированного состояния.
тел. +38(050)452-58-95

E-mail: ol.burya@gmail.com

старший преподаватель Э.В. Ткаченко

(Севас. нац. ун-т ядерн. энер. и пром-ти) кафедра химии и материаловедения.
тел. (978)8961475

E-mail: tkelly@rambler.ru

профессор Ю.Ф. Шутилин

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра химии, химической технологии органических веществ и переработки полимеров. тел. (473)249-92-37

E-mail: kaftp@mail.ru

Professor A.I. Buria

(Dneprodzerzhinsk, Ukraine, State University of technology) Department of Condensed State Physics. phone +38(050)452-58-95

E-mail: ol.burya@gmail.com

senior lecturer E.V. Tkachenko

(Sevastopol National University of Nuclear Energy and Industry, Russia) Department of Chemistry and Materials Science. phone (978)8961475

E-mail: tkelly@rambler.ru

professor Iu.F. Shutilin

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of chemistry, chemical technology of organic substances and polymer processing. phone (473)249-92-37

E-mail: kaftp@mail.ru

Создание и исследование свойств органопластиков на основе полиамидов, армированных полиимидными волокнами

Creation and study of the properties of organic plastics based on polyamide, reinforced polyimide fibers

Реферат. Стремительное развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности требует создания новых материалов, в том числе полимерных композитов на основе полиамидов. С целью улучшения эксплуатационных характеристик и расширения областей применения в состав полиамидных связующих вводят дисперсные и волокнистые наполнители. Органические волокна, по сравнению с другими, отличаются хорошим смачиванием полимерами, высокой прочностью связи с матрицей, меньшей склонностью к измельчению, высокими значениями удельной прочности и жесткости. Целью работы являлось создание и исследование свойств композитов на основе полиамидов - алифатического ПА-6 и ароматического - фенилона C-1, наполненных полиимидными волокнами аримида-Т. Технология приготовления полимерных композиций состояла из следующих стадий: смешивание, таблетирование, сушка и формование. Смешивание композиций проводили во вращающемся электромагнитном поле. Под действием вращающегося электромагнитного поля ферромагнитные частицы приходили в интенсивное хаотическое движение, приводящее к равномерному распределению волокон в полимерной матрице. Формование образцов осуществляли методом компрессионного прессования. В работе изучались теплофизические, физико-механические и трибологические свойства созданных полимерных композитов. Установлено, что армирование полиамидов приводит к увеличению прочностных характеристик композитов. Для органопластиков (ОП) на основе фенилона C-1, армированного 15 мас. % аримида-Т, предел текучести при сжатии, твердость по Роквеллу, модуль упругости, микротвердость выше по сравнению с исходным полимером на 13, 61, 20, 68 %, соответственно. Для ОП на основе ПА-6 предел текучести при сжатии и разрыве, микротвердость, модуль упругости, с повышением степени армирования связующего, возрастают на 47, 54, 25 и 36 %, соответственно. Наибольшей износостойкостью и низким коэффициентом трения обладают композиты на основе ПА-6 (30 мас.% аримида-Т) и на основе фенилона C-1 (15 мас.% волокон). Теплофизические исследования композитов подтвердили наличие взаимодействий на границе раздела фаз волокно-связующее.

Summary. The rapid development of industry and increase its competitiveness requires the development of new materials, including polymer composites based on polyamides. In order to improve the performance and expand the applications of the polyamide binder is introduced particulate and fibrous fillers. Organic fibers, as compared with other polymers are of good wetting, high bonding strength with the matrix less prone to breakage, high specific strength and stiffness. The aim of the work is the creation and study of the properties of composites based on polyamide - PA-6 aliphatic and aromatic - phenylon C-1, filled polyimide fibers arimid-T. The technology of preparation of polymer compositions comprised of the following steps: mixing, pelletizing, drying and molding. Mixing of the compositions was performed in a rotating electromagnetic field. Under the action of the rotating electromagnetic field, ferromagnetic particles came into intensive chaotic motion, which leads to a uniform distribution of fibers in a polymer matrix. Molding samples was performed by compression molding. We study the thermal, physical, mechanical and tribological properties of polymer composites created. It was established that the reinforcement polyamides leads to increased strength characteristics composites. For organic plastics (OP) based on the C-1 phenylon reinforced 15% of the mass Arimida-T, yield strength in compression, Rockwell hardness, modulus of elasticity, microhardness higher than the starting polymer at 13; 61, 20 and 68%, respectively. For OP based on PA-6, the compressive yield stress and break microhardness modulus of elasticity with increasing degree of reinforcement binder increases by 47, 54, 25 and 36%, respectively. The highest wear resistance and low friction have composites based on PA-6 (30 % of the mass arimida-T) and through phenylon C-1 (15 % of the mass of the fiber). Thermophysical composites research confirmed the presence of interactions at the interface fiber-binder.

Ключевые слова: органопластики, полиамид-6, фенилон C-1, получение, свойства.

Keywords: organoplastics, polyamide-6, phenylon C-1, production, properties.

© Буря А.И., Ткаченко Э.В., Шутилин Ю.Ф., 2014

Стремительное развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности требует создания новых материалов, в том числе полимерных композитов. Экономически целесообразно создавать композиционные материалы на основе таких полимеров, которые характеризуются наличием мощностей по их производству, например, полиамидов (ПА).

С целью улучшения эксплуатационных характеристик и расширения областей применения в состав полиамидных связующих вводят дисперсные и волокнистые наполнители (Нп). Органические волокна, по сравнению с другими, отличаются хорошим смачиванием полимерами, высокой прочностью связи с матрицей, меньшей склонностью к измельчению, высокими значениями удельной прочности и жесткости.

Целью работы являлось создание и исследование свойств композитов на основе полиамидов - алифатического - ПА-6 и ароматического - фенилона С-1, наполненных полиимидными волокнами ариимид-Т.

Технология приготовления полимерных композиций состояла из следующих стадий:

1. Смешивание композиций во вращающемся электромагнитном поле. Навески полиамида (ПА-6 или фенилона С-1) и полиимидных волокон ариимид-Т загружали в металлическую емкость, добавляя ферромагнитные частицы. Величина магнитной индукции электрического поля должна быть не ниже 0,02 Тл. Под действием вращающегося электромагнитного поля ферромагнитные частицы приходили в интенсивное хаотическое движение, за счет чего вышеуказанные компоненты равномерно смешивались.

2. Таблетирование проводили с помощью гидравлического пресса ПСУ-50.

3. Сушка композиций. Перед формованием заготовки выдерживали в сушильном шкафу в течение 1-3 ч при температуре 393-400 К. Высушенные таблетки сразу же загружались в нагретую пресс-форму.

4. Формование образцов осуществляли методом компрессионного прессования. После загрузки заготовки в пресс-форму ее начинали сжимать до соприкосновения верхнего пуансона с таблеткой. Далее композиции на основе фенилона С-1 и ПА-6 нагревали до 528 К и 453 К, выдерживали без давления 10 мин при 598 К и 35 с при 501 К, после чего давление увеличивали до 55-45 МПа, и при заданных температуре и давлении материал выдерживали 5 мин и 10 с соответственно. Затем изделие охлаждали под давлением и выталкивали из пресс-формы.

Готовые изделия подвергали механической обработке, что главным образом заключалось в зачистке изделий – удалении облоя.

Были исследованы различные свойства разработанных композитов.

Изучение теплофизических свойств разработанных полимерных композитов показало, что удельная теплоемкость (C_p), коэффициенты теплопроводности (λ) и температуропроводности (a) в значительной степени зависят от природы связующего.

Так, в области температур 323-473 К для всех исследованных композитов наблюдается близкий к линейному рост C_p , связанный с ростом гибкости макромолекул полиамидных связующих, при этом органопластики (ОП) на основе ПА-6 имеют более высокие значения данного показателя по сравнению с ОП на основе фенилона С-1. Средние значения удельной теплоемкости (рисунок 1) композитов на основе ПА-6 с содержанием волокна ариимид-Т (15-45 мас.%) уменьшаются на 11-18 %, а для ОП на основе фенилона С-1 с содержанием волокна ариимид-Т до 10 мас.% понижаются на 30 % от 1,78 до 1,25 кДж/кг·К, затем при росте содержания волокна до 20 мас.% возрастают от 1,25 до 1,7 кДж/кг·К.

Согласно теории статистической физики, о равномерном распределении кинетической энергии, теплоемкость полимера зависит от числа степеней свободы [1]. Так, в стеклообразном и кристаллическом состояниях наблюдаются только колебательные степени свободы, а в высокоэластичном – еще и вращательные. Этим объясняется резкое изменение C_p в области фазовых переходов, которое наблюдается и в нашем случае.

При переходе из стеклообразного в высокоэластичное для фенилона С-1, ПА-6 и композитов на их основе наблюдается скачок удельной теплоемкости ΔC_p (рисунок 1), причем, его величина для ОП ниже по сравнению со связующими. Понижение скачка теплоемкости ΔC_p указывает на переход некоторой доли макромолекул из участия в кооперативном процессе стеклования [2], вследствие взаимодействия их с поверхностью ариимида-Т. Найденное значение ΔC_p позволило рассчитать долю макромолекул, перешедших в граничные слои и толщину последних. Так, доля макромолекул для композитов на основе фенилона С-1 растет при содержании волокна до 10 мас.%, а на основе ПА-6-до 30 мас.%. Толщина граничного слоя для композитов на основе фенилона С-1 растет при содержании волокна до 20 мас.%, а на основе ПА-6-до 30 мас.%.

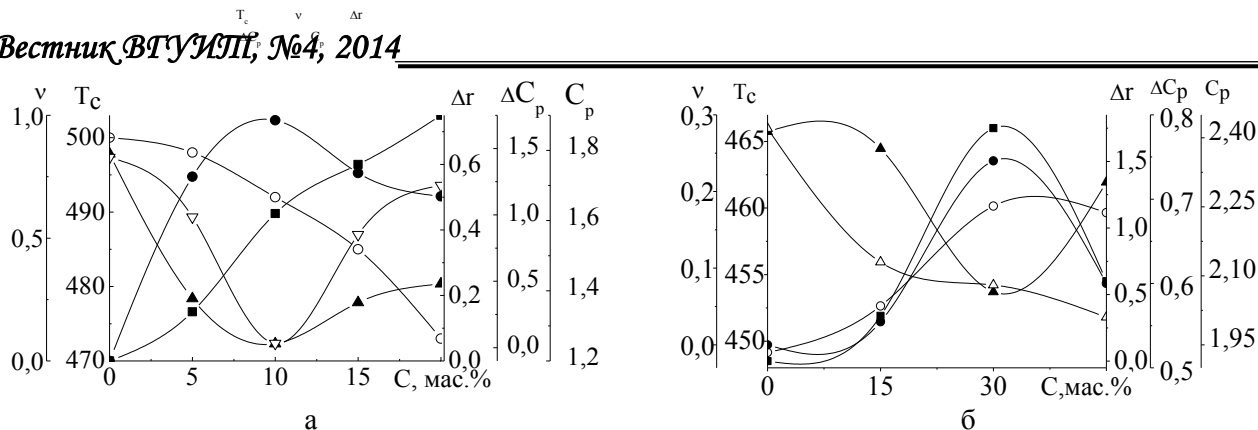


Рисунок 1. Теплофизические характеристики композитов на основе фенилона С-1(а) и ПА-6 (б)
 -■- толщина граничного слоя, мкм; -●- доля макромолекул, перешедших в граничные слои; -▲- скачок удельной теплоемкости, кДж/кг·К -○- температура стеклования,; -△- среднее значение удельной теплоемкости в интервале температур 323-498 К, кДж/кг·К

Неоднозначное изменение C_p , ΔC_p , v , $\Delta\alpha$ для разработанных композитов объясняется конкурирующим действием двух факторов: упорядочением и разрыхлением структуры композита.

Теплофизические исследования (таблица 1) показали общую тенденцию к снижению (для ОП на основе фенилона С-1) и повышению (для ОП на основе ПА-6) коэффициентов теплопроводности (λ) и температуропроводности (a) с

ростом степени наполнения. Так, в исследованном интервале температур (323-498 К), средние значения теплопроводности для ОП на основе фенилона С-1 снижаются на 26 %, а коэффициенты температуропроводности - на 41 %, для ОП на основе ПА-6 повышаются соответственно на 5 и 32 %. Снижение теплопроводности композитов на основе фенилона С-1 объясняется низкой теплопроводностью волокна.

Т а б л и ц а 1

Теплофизические характеристики композитов в интервале температур 323-498 К

Показатели	Связующие								
	фенилон С-1					полиамид-6			
	содержание волокна арамид-Т, мас.								
	—	5	10	15	20	—	15	30	45
λ , Вт/м · К	0,46	0,35	0,349	0,331	0,325	0,36	0,37	0,38	0,39
$\alpha \cdot 10^7$, м ² /с	2,62	1,55	1,53	1,52	1,41	1,74	1,95	2,16	2,78
$\alpha \cdot 10^{-6}$, К ⁻¹	35.07	34.34	31.24	29.44	24.28	27.19	19.34	12.20	5.16

По результатам dilatометрических исследований (таблица 1) выявлено, что введение армирующего волокна в полиамиды приводит к снижению КТЛР на 15-45 % для ОП на основе фенилона С-1 и ПА-6 соответственно, а температура стеклования (T_g) для ОП на основе фенилона С-1 при этом снижается на 2-17, а для ОП на основе ПА - 6 повышается на 4-11 градуса. Снижение КТЛР можно считать положительным эффектом, который уменьшит вероятность растрескивания композитов как под воздействием температуры, так и в зоне контакта трения полимер-металл.

Далее были изучены физико-механические свойства.

Учитывая, что одной из основных отраслей использования разработанных ОП является машиностроение – особое внимание при изучении физико-механических свойств было уделено прочности при сжатии и твердости. Как показали результаты исследований (рисунок 2), максима-

льное увеличение указанных показателей достигается при введении волокнистого наполнителя в количестве до 15 мас. %.

Для разработанных композитов на основе фенилона С-1 значительно повышаются не только прочность при сжатии (на 6 - 25 МПа), модуль упругости (на 513 – 804 МПа), твердость по Роквеллу (на 36-109 МПа), но они имеют и достаточно высокую ударную вязкость (31 - 21 кДж/м²) (рисунок 2), объясняющуюся образованием армирующего каркаса из волокон. Максимальное увеличение указанных показателей наблюдается при введении волокна в количестве 15 мас. % Так, в частности, для ОП, армированного 15 мас. % арамида-Т, предел текучести при сжатии и растяжении, твердость по Роквеллу, модуль упругости выше по сравнению с исходным полимером на 13; 7; 61 и 20 % соответственно.

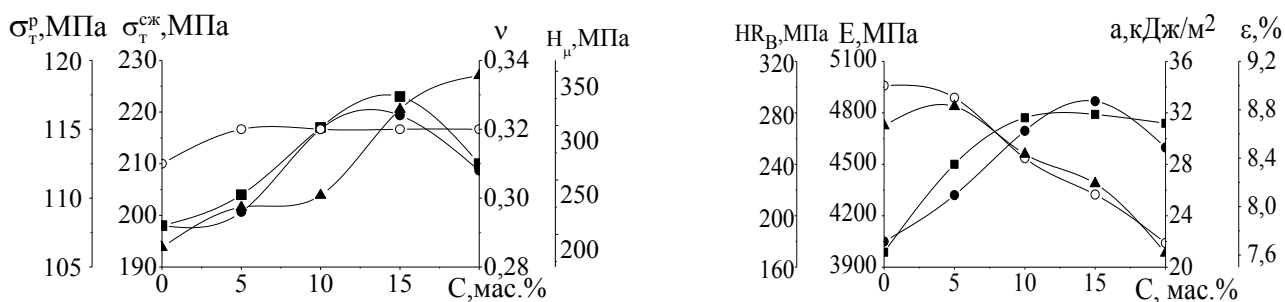


Рисунок 2. Влияние содержания (5-20 мас.%) волокна на физико-механические свойства композитов на основе фенилона С-1:

■ - предел текучести при сжатии, МПа; ● - предел текучести при растяжении, МПа; ▲ - микротвердость; ○ - коэффициент Пуассона; ■ - твердость по Роквеллу, МПа; ● - модуль упругости, МПа; ▲ - ударная вязкость, кДж/м²; ○ - относительное удлинение, %

Определено, что микротвердость - показатель, чувствительный к морфологическим и структурным изменениям, для ОП на основе фенилона С-1 и ПА-6 выше, по сравнению со связующими в 1,5 и 1,2 раза соответственно, что еще раз указывает на процесс упорядочения полиамидных связующих под влиянием полиимидного волокна. Изучено влияние длины волокна на физико-механические свойства органопластиков на основе фенилона С-1 (рисунок 3). Определено, что при оптимальной длине волокна 3-5 мм прочность при сжатии, модуль упругости и ударная вязкость находятся в пределах 223-219, 4791-4639, 26,5-29,5 МПа соответственно.

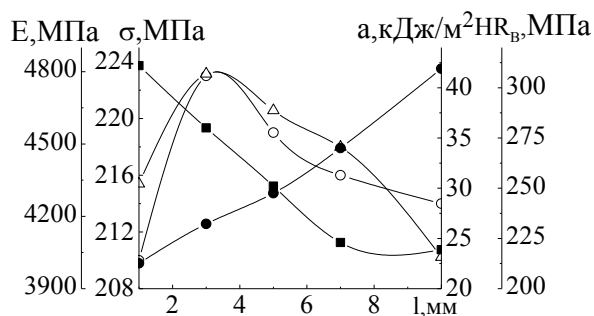


Рисунок 3. Влияние длины волокна на физико-механические свойства композитов на основе фенилона С-1

○ - предел текучести при сжатии, МПа; △ - модуль упругости, МПа; ■ - твердость по Роквеллу, МПа; ● - ударная вязкость, МПа

Результаты физико - механических исследований ОП на основе ПА-6 (рисунок 4), показали, что предел текучести при сжатии и разрыве ОП с повышением степени армирования связующего возрастают на 38 и 43 % соответственно, а модуль упругости на 217 МПа (от 733- для ПА-6) до 950 МПа (для ОП, содержащего 30 мас.% аримида-Т).

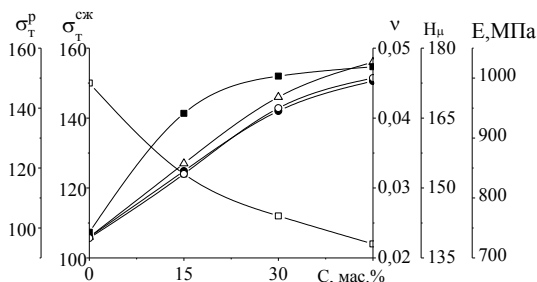


Рисунок 4. Влияние содержания волокна на физико-механические свойства композитов на основе ПА-6

■ - микротвердость, МПа; △ - предел текучести при сжатии, МПа; ○ - модуль упругости, МПа; ● - предел текучести при растяжении, МПа; □ - коэффициент Пуассона

Разрушение образцов ОП существенно отличается от характера разрушения исходного полимера. Как видно (рисунок 5) ПА-6 разрушается хрупко, в то время как ОП разрушаются с образованием магистральных трещин.

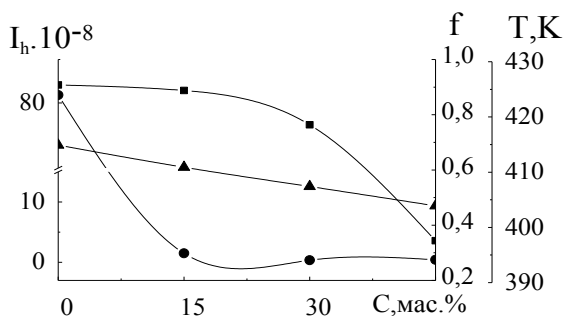


Рисунок 5. Характер разрушения ПА-6 (1) и композитов на его основе, содержащих 15 (2), 30 (3) и 45 (4) мас.% волокна аримида-Т

Образование трещин объясняется развитием цилиндрических микротрещин на границе между волокнами и матрицей, источниками которых являются обрывки волокон, а также места слабой адгезии технологического или эксплуатационного происхождения (начальные микротрещины) [3]. Развитие цилиндрических микротрещин приводит к выпучиванию волокон на свободных боковых поверхностях образца.

В зависимости от отношения длины выпученной зоны к длине всего образца, этой трещиноподобной области, наклоненной к оси образца и аналогичной трещинам скольжения [4] на фронте такой трещины волокно подвергается (наименее благоприятным для него) большим деформациям изгиба (содержание арамид-Т составляет 30 – 45 мас.%).

При содержании волокна 30 мас. % наклонные трещины направлены к оси образца под углом примерно 45° т.е. параллельно



касательные напряжения $\sigma_{\max} = \sigma/2$ [5]. Отсюда можно сделать вывод, что такие образцы будут наилучшим образом сопротивляться сдвигу. Дальнейшее увеличение содержания волокна до 45 мас.% увеличивает угол наклона, ухудшая сопротивление сдвигу.

Что касается исследований трибологических свойств ОП на основе ПА-6 и фенилона С-1, то следует отметить следующее, что с увеличением содержания волокна арамид-Т в ПА-6 и в фенилоне С-1, износостойкость ОП резко возрастает (рисунок 6). Так, если для ПА-6 интенсивность линейного износа принимает значение $81,8 \cdot 10^{-8}$, то для ОП данный показатель с ростом количества наполнителя от 15 до 45 мас.% изменяется от 1,5 до $0,42 \cdot 10^{-8}$. Для фенилона С-1 интенсивность линейного износа принимает значение $6,37 \cdot 10^{-8}$, для ОП данный показатель с ростом количества наполнителя от 5 до 20 мас.% изменяется от 3,0 до $0,37 \cdot 10^{-8}$.

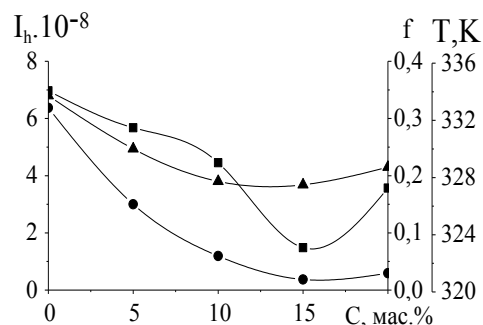


Рисунок 6. Влияние содержания волокна арамид-Т на интенсивность линейного износа (1), коэффициент трения (2) и температуру в зоне контакта (3) ОП на основе ПА-6 (а) и фенилона С-1 (б) при $p_v = 0,4$ (а) и 1 МПа·м/с (б):

●- линейный износ, $I_h \cdot 10^{-8}$; ▲- коэффициент трения; ■- температура в зоне контакта, К

Таким образом, использование метода сухого смешивания композиций во вращающемся электромагнитном поле позволяет получить изотропные материалы с идеальным распределением волокна в полиамидной матрице. Созданные ОП превосходят исходные

полиамиды фенилон С-1 (ПА-6) по физико-механическим свойствам (прочность, модуль упругости, микротвердость) в среднем в 1,3-1,5 раза; по трибологическим свойствам (износостойкости) в 17 (240) раз; по теплофизическим (КТЛР) в 1,4 (5) раз.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шутилин Ю.Ф. Физикохимия полимеров. Воронеж: Облит, 2012. 843с.
2. Липатов Ю. С. Физическая химия наполненных полимеров. М.: Химия, 1977. 304 с.
- 3 Черепанов Г.П. Механика разрушения композиционных материалов. М.: Наука, 1983. 296 с.
- 4 Черепанов Г.П. О сингулярных решениях в теории упругости. В книге Механика твердого деформируемого тела. Л.: Судпромгиз, 1970. 320 с.
- 5 Feodosyev V.I. Resistance Mother fishing. М.: MSTU. N.E. Bauman, 1999. 592 p.

REFERENCES

- 1 Shutilin Yu. F. Fizikokhimiya polimerov [Physical chemistry of polymers]. Voronezh, Oblit, 2012. 843p. (In Russ.).
- 2 Lipatov Yu.S. Fizicheskaya khimiy napolnennykh polimerov [Physical chemistry of filled polymers]. Moscow, Khimiya, 1977. 304 p. (In Russ.).
- 3 Cherepanov G.P. Mekhanika razrusheniia kompozitsionnykh materialov [Fracture mechanics of composite materialov]. Moscow, Nauka, 1983. 296 p. (In Russ.).
- 4 Cherepanov G.P. O singuliarnykh resheniiakh v teorii uprugosti [Singular solutions in the theory of elasticity. In the book: Mechanics of solid deformable body]. Leningrad, Sudpromgiz, 1970. 320 p. (In Russ.).
- 5 Feodosyev V.I. Resistance Mother fishing. Moscow, MSTU. N.E. Bauman, 1999. 592 p.

УДК 66.011

Аспирант П.Ю. Саликов, профессор Ю.Н. Шаповалов,
профессор Ю.Ф. Шутилин

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов химических производств. тел. (473) 249-91-13

E-mail: kafedra-mahp@mail.ru

Graduate P.Iu. Salikov, professor Iu.N. Shapovalov,
professor Iu.F. Shutilin

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of chemical machines and apparatus. phone (473) 249-91-13

E-mail: kafedra-mahp@mail.ru

Роль энергии внутримолекулярных связей в процессах пиролиза ПЭТФ

The role of intramolecular ties energy in the pyrolysis process of PET

Реферат. Утилизации полимерных отходов уделяют особое внимание. Основным видом использованных изделий из полиэтилентерефталата (ПЭТФ) является тара из-под различного вида напитков. Рассмотрена переработка отходов ПЭТФ (бутылки, флаконы, упаковочная тара) методом пиролиза. Большинство предлагаемых методов непригодны для утилизации (переработки) отходов потребления по их загрязненности. Цель работы - разработка технологических основ и оптимальных режимов утилизации отходов ПЭТФ с получением полезных вторичных продуктов с учетом энергии химических внутримолекулярных связей. Применены научные основы переработки отходов ПЭТФ в полезные виды вторичной продукции, в частности установлен зависимости распада внутримолекулярных связей от температуры пиролиза методом математической обработки – дифференцирования полиномиальных уравнений изменения степени пиролиза, зависящих от температуры. Установлены оптимальные режимы переработки. Разработаны структурная схема установки для переработки загрязнённых отходов ПЭТФ пиролиза, методы управления переработкой в соответствии с заданным составом вторичной продукции. Рассмотрена возможность регулирования количества и видов топливных компонентов вторичной продукции за счет изменений параметров ведения процесса пиролиза. Определена эффективная температура пиролиза отходов ПЭТФ с учетом особенностей энергии внутримолекулярных связей.

Summary. Recycling plastic waste to focus on. The main type of used products made of polyethylene terephthalate (PET) is a container from the various types of beverages. There was considered a possibility of waste of PET (bottles, bottles, packaging containers) by pyrolysis. Most of the proposed methods are not suitable for recycling (recycling) of waste consumption contamination. Purpose - to develop technological foundations and optimum modes waste PET to obtain useful secondary products, taking into account the energy of chemical intramolecular bonds. Applied scientific basis of recycling PET into useful forms of secondary products, in particular the establishment of the collapse of the intramolecular bonds, depending on the temperature of the pyrolysis method of mathematical processing - differentiation of polynomial equations change in the degree of pyrolysis temperature-dependent. The optimum modes of processing. The block diagram of apparatus for processing contaminated waste PET pyrolysis methods of control processing in accordance with the specified composition of secondary products. The possibility of controlling the amount and types of fuel components of secondary products due to measurable parameters of the pyrolysis process. The effective temperature pyrolysis of waste PET with the CCA-tures energy intramolecular bonds.

Ключевые слова: пиролиз, переработка, энергия связей, дифференцирование, ПЭТФ, полимеры

Keywords: pyrolysis processing, energy ties, differentiation, PET, polymers.

Утилизации полимерных отходов уделяют особое внимание, в том числе переработке такого экологически сложного вещества как полиэтилентерефталат (ПЭТФ). Основным видом использованных изделий из ПЭТФ является тара из-под различного вида напитков. Ежегодно образуется в России свыше 750 тыс. т. отходов таких изделий, которые не утилизируются, загрязняют окружающую среду, создают угрозу экологической безопасности природы [1].

Теоретически возможны технологии переработки этих отходов, однако на практике ни одна из них не реализуется не только должным образом, но и в минимальных масштабах [2]. Большинство предлагаемых методов непригодны для утилизации (переработки) отходов потребления по их загрязненности.

© Саликов П.Ю., Шаповалов Ю.Н., Шутилин Ю.Ф., 2014

Выделяется несколько основных направлений переработки полиэтилентерефталата, которые можно разделить на три основные группы: механические, химические и термические [4, 5].

При разработке теории и практики пиролиза полимеров почти не учитывается роль энергии химических внутримолекулярных связей в выборе наиболее эффективных условий получения преимущественно жидких и/или газообразных фракций [6].

В предлагаемой работе приведены некоторые сведения о возможных вариантах их переработки и аппаратурно-технологического оформления.

Эксперименты проводили на специально изготовленной лабораторной установке, согласно схеме (рисунок 1) [3].

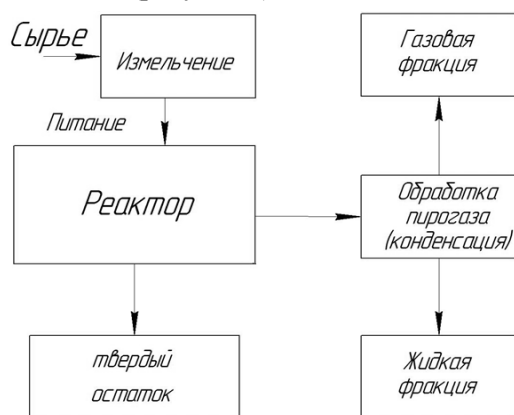


Рисунок 1. Блочная схема пиролизной установки.

Испытания проводили, применяя измельченные до $15 \times 15 \pm 5$ мм отходы ПЭТФ в течение 120-20 минут при давлении 0,1 МПа, вплоть до завершения пиролиза при данной температуре.

Полученные вещества после конденсации взвешивались и по разности их масс: исходной – твердой – газообразной – жидкой, каждой части определяли количество продукта пиролиза.

Эксперимент показал (рисунок 2), что естественное увеличение выхода газообразной фракции за счет пиролиза жидких продуктов при повышении температуры наблюдается в основном до 550 °C. При этом доля твердых отходов слабо (в пределах ошибки опыта) увеличивается.

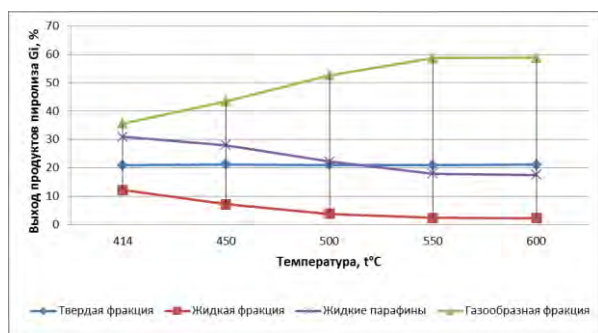


Рисунок 2. Зависимости выхода продуктов пиролиза G_i , % от температуры t , °C

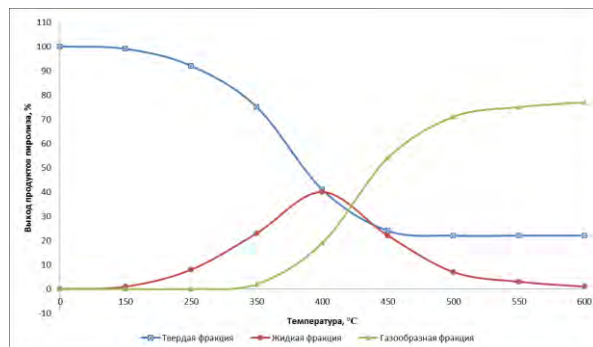


Рисунок 3. Содержание продуктов пиролиза при различных температурах

Исследовали изменение доли продуктов пиролиза при прогреве отходов при фиксированной температуре до окончания выделения газовой фракции. В соответствии с результатами, представленными на рисунке 3, наблюдается закономерное увеличение доли газовых продуктов, при уменьшении твердых остатков. Однако экстремальное (max при 400 °C) образование жидкостных фракций пиролиза вероятнее всего связано в данном случае с оптимизацией длины макромолекул и далее остатков (фрагментов) их пиролиза при 400 °C. Причем это изменение в характере деструкции (и пиролиза) наиболее заметно при температуре максимума выхода жидких продуктов – 400°C.

Для более четкого установления зависимости распада внутримолекулярных связей от температуры пиролиза была проведена математическая обработка – дифференцирование полиномиальных уравнений изменения степени пиролиза в зависимости от температуры. Исходные уравнения имели вид:

$$y = 0,0165x^6 - 0,5617x^5 + 7,3387x^4 - 45,41x^3 + 133,6x^2 - 178,56x + 183,7 - \text{для твердой фракции};$$

$$y = -0,0158x^6 + 0,4854x^5 - 5,5394x^4 + 28,834x^3 - 68,45x^2 + 72,033x - 27,067 - \text{для жидкой фракции};$$

$$y = 0,0556x^5 - 1,5348x^4 + 14,917x^3 - 59,899x^2 + 98,836x - 52,733 - \text{для газообразной фракции}.$$

Дифференцирование показало хорошее совпадение экспериментальных (~400 °C) и расчетных (max при 400 °C) данных пиролиза, но уже на других примерах – продуктах пиролиза твердых и газообразных фракций.

Это подтверждает возможность учета чисто химических факторов – сильных и слабых связей в макромолекулах и их фрагментах пиролиза, о чем и свидетельствуют данные на рисунке 4. Вероятнее всего до температуры около 400°C распадаются слабые внутримолекулярные связи, а при более высокой температуре в пиролизе участвуют и более сильные связи цепей ПЭТФ.

Исходя из этого, считаем, что 400°C является наиболее эффективной температурой пиролиза ПЭТФ при $P \sim 0,1$ МПа.

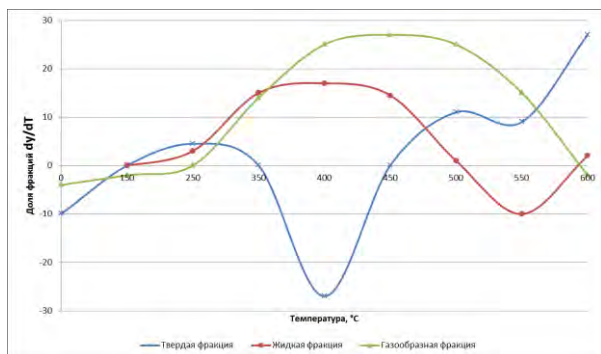


Рисунок 4. Дифференцированные уравнения (доля фракций dy/dT)

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Саликов П.Ю., Андреев В.А. Утилизация загрязненных отходов олефиновых термопластов и полиэтилентерефталата в установках собственного энергообеспечения // Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Воронеж, ВГТА, 2009. С.159-161.
- 2 Шаповалов Ю.Н., Скляднев Е.В., Саликов П.Ю., Андреев В.А. и др. Новые технологии переработки различных видов отходов // Твёрдые бытовые отходы. 2011. № 1. С. 20-27.
- 3 Пат. 2459843 РФ, МПК7 C08J 11/04, B29B 17/00, F23G 5/027. Способ переработки отходов термопластов и установка для его реализации / Шаповалов Ю.Н., Ульянов А.Н., Андреев В.А., Саликов П.Ю. и др. №2010151482/02; Заявл. 15.12.2010; Оpubл. 27.08.2012, Бюл. №24. 11 с.
- 4 Мадорский С. Термическое разложение органических полимеров. 1967. 328 с.
- 5 Мухина Т.Н., Барабанов Н.Л., Бабаш С.Е. и др. Пиролиз углеводородного сырья. М.: Химия, 1987. 240 с.
- 6 Шутилин Ю.Ф. Физико-химия полимеров. Воронеж: ВГУИТ, 2012. 839 с.

Таким образом, предложено технологическое и аппаратное исполнение пиролиза ПЭТФ, доказана возможность пиролиза ПЭТФ даже при обычном давлении, и была установлена наиболее эффективная температура ведения процесса. Определена эффективная температура пиролиза отходов ПЭТФ с учетом особенностей энергии внутримолекулярных связей.

REFERENCES

- 1 Salikov P.Iu., Andreev V.A. Disposal of contaminated waste thermoplastic olefin and polyethylene plants in their own power supply. Vserossiiskaia nauchnaia konferentsiia studentov, aspirantov i molodykh uchenykh [Scientific Conference of Students and Young Scientists]. Voronezh, VGTA, 2009. pp.159-161. (In Russ.).
- 2 Shapovalov Iu.N., Skliadnev E.V., Salikov P.Iu., Andreev V.A. et al. New technology for processing different types of waste. *Tverdye bytovye otkhody*. [Solid waste], 2011, no. 1, pp. 20-27. (In Russ.).
- 3 Shapovalov Iu.N., Ul'ianov A.N., Andreev V.A., Salikov P.Iu. et al. Sposob pererabotki otkhodov termoplastov i ustanovka dlia ego realizatsii [Method for processing of thermoplastics and installation for its realization]. Patent RF, no. 2459843, 2012. (In Russ.).
- 4 Madorskii S. Termicheskoe razlozhenie organicheskikh polimerov [Thermal decomposition of organic polymers]. 1967. 328 p. (In Russ.).
- 5 Mukhina T.N., Barabanov N.L., Babash S.E. et al. Piroliz uglevodorodnogo syr'ia [Pyrolysis of hydrocarbons]. Moscow, Khimiia, 1987. 240 p. (In Russ.).
- 6 Shutilin Iu.F. Fiziko-khimiia polimerov [Physical chemistry of polymers]. Voronezh, VGUIT, 2012, 839 p. (In Russ.).

УДК 66.087.97

Профессор С.И. Нифталиев, доцент О.А. Козадерова,
аспирант К.Б. Ким

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра неорганической химии и химической технологии.
тел. (473)255-38-87

E-mail: kmkseniya@yandex.ru

профессор Ф. Вельо

(Университет Л'Аквила, г. Л'Аквила, Италия) кафедра промышленной инженерии,
информатики и экономики.

тел. +393891741297

Professor S.I. Niftaliev, associate Professor O.A. Kozaderova,
graduate K.B. Kim

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of Inorganic Chemistry
and Chemistry Technology. phone (473)255-38-87

professor F. Veglio

(University of L'Aquila, L'Aquila, Italy) Department of Industrial Engineering, of
Information and Economy. phone+393891741297

Применение электродиализа для получения кислоты и щелочи из концентрированного раствора сульфата натрия

Electrodialysis in the conversion step of the concentrated salt solutions in the process of battery scrap

Реферат. Статья посвящена изучению возможности конверсии концентрированного раствора сульфата натрия - отхода производства по переработке аккумуляторного лома - методом электродиализа. В результате электродиализной обработки получают кислоту и щелочь, которые могут быть использованы в качестве вторичных сырьевых ресурсов в том же технологическом процессе, что является актуальным для создания современного экологически чистого производства. В статье проведен сравнительный анализ результатов экспериментов, проведенных в трехкамерных электродиализных аппаратах разного типа: непроточной ячейке, ячейке проточного типа, ячейке с биполярными мембранами. В экспериментах использовались ионообменные мембраны отечественного производства: МК-40, МА-41, МБ-2И. Показано, что наиболее высокие значения концентрации кислоты и щелочи в лабораторных условиях можно получить при осуществлении электродиализа в непроточной ячейке. Однако существенным недостатком аппарата такого типа является большое образование газов в электродных секциях, где происходит получение целевых продуктов. Сделан вывод, что в промышленных условиях целесообразно использовать электродиализатор непрерывного действия с биполярными мембранами, так как данная конфигурация аппарата позволяет увеличить количество повторяющихся секций, что необходимо для уменьшения энергетических затрат. Повысить степень удаления соли в таком варианте конверсии можно за счет увеличения стадий процесса, а для получения более концентрированных растворов целевых продуктов после стадии конверсии применить электродиализатор-концентратор или выпарную установку. Предложена модернизированная схема технологической линии по переработке аккумуляторного лома, предполагающая вариант конверсии сульфата натрия в соответствующие кислоту и щелочь.

Summary. The concentrated sodium sulfate solution is formed during the processing of waste battery scrap. A promising way to further treatment of the concentrated salt solution could be the conversion of these salts into acid and bases by electrodialysis, that can be reused in the same technical process cycle. For carrying out the process of conversion of salts into the corresponding acid and base several cells schemes with different combinations of cation, anion and bipolar membranes are used. At this article a comparative analysis of these cells is carried out. In the cells there were used the membranes MC-40, MA-41 and MB-2I. Acid and base solutions with higher concentration may be obtained during the process of electrodialysis in the circulation mode, when a predetermined amount of salt in the closed loop is run through a set of membranes to obtain the desired concentration of the product. The disadvantages of this method are the high cost of buffer tanks and the need to work with small volumes of treated solutions. In industrial applications it is advisable to use continuous electrodialysis with bipolar membranes, since this configuration allows to increase the number of repeating sections, which is necessary to reduce the energy costs. The increase of the removal rate of salts can be achieved by increasing the process steps, and to produce a more concentrated products after the conversion step can be applied electrodialysis-concentrator or evaporator.

Ключевые слова: электродиализ, биполярные мембраны, конверсия, сульфат натрия.

Keywords: electrodialysis, bipolar membranes, conversion, sodium sulfate.

В настоящее время в Европейских странах активно развиваются проекты по утилизации аккумуляторного лома [1-2]. На одной из стадий переработки таких отходов для выделения металлов используют серную кислоту, а затем для осаждения и выделения редкоземельных элементов - гидроксид натрия (рисунок 1). Побочный продукт - концентрированный раствор Na_2SO_4 .

Одним из способов обработки концентрированных солевых растворов может служить конверсия этих солей в кислоты и основания методом электродиализа с биполярными мембранами. Полученные кислоты и основания можно вновь использовать в этом же технологическом цикле, осуществляя тем самым безотходный промышленный процесс.

В настоящей работе проведено исследование влияния конфигурации электродиализной ячейки на концентрацию получаемых серной кислоты и гидроксида натрия при электродиализе раствора сульфата натрия, оценены энергетические затраты.

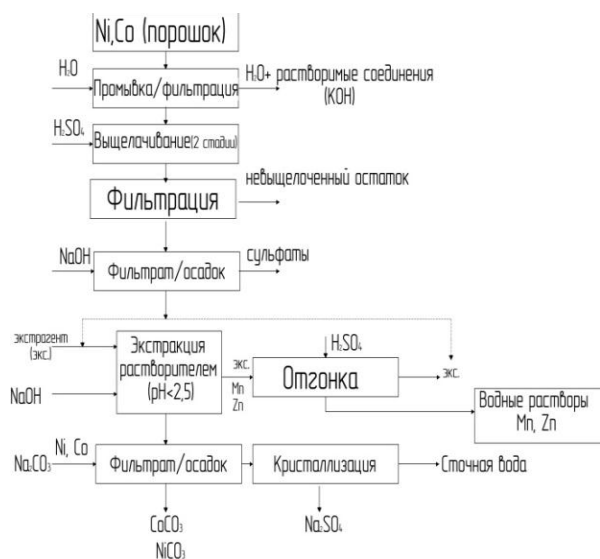


Рисунок 1. Схема утилизации аккумуляторного лома

Для осуществления процесса конверсии солей в соответствующие основания и кислоты используют несколько схем ячеек с различной комбинацией катионообменных, анионообменных и биполярных мембран. Такие типы ячеек показаны на рисунке 2. Свойства применяемых в работе мембран приведены в таблице 1. Рабочая площадь поверхности мембраны - 67 см^2 .

В качестве модельного раствора использовали раствор сульфата натрия с концентрацией $0,5 \text{ моль/л}$; секции, смежные с секцией обессоливания, заполняли серной кислотой ($0,005 \text{ моль/л}$) и гидроксидом натрия

($0,01 \text{ моль/л}$). Источником постоянного тока служил прибор АКИП-1137-200-1, который позволял работать при плотности пропускаемого тока до 15 мА/см^2 .

После окончания процесса концентрацию получаемых серной кислоты и гидроксида натрия устанавливали методом кислотно-основного титрования.

Т а б л и ц а 1
Физико-химические характеристики
ионообменных мембран

Показатель	МК-40	МА-41	МБ-2И
Марка ионооб.	KY-2	AB-17	KY-2, AB-17
Функц. группы	SO_3H	$\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$	SO_3H $\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$
Армирующая ткань	капрон	капрон	капрон
Полная обменная емкость по $0,1 \text{ М HCl}$ или NaOH , ммоль/г абс. сух. мемб	$2,6 \pm 0,4$	$2,0 \pm 0,3$	-
Влагосодержание, %	40 ± 5	40 ± 5	-

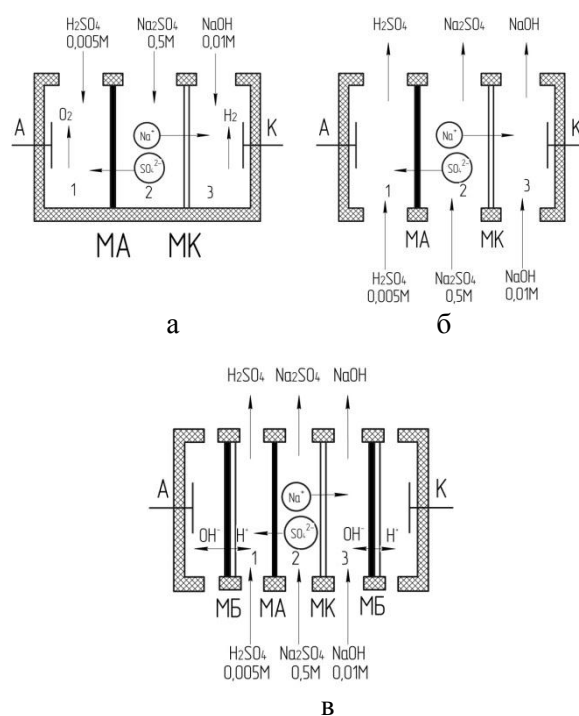
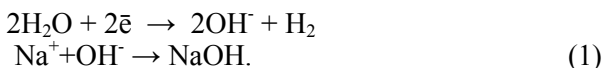


Рисунок 2. Конфигурации электродиализных ячеек: а – трехкамерная беспроточного типа, б – трехкамерная проточного типа, в – трехкамерная с биполярными мембранами. МК – катионообменная мембрана, МА – анионообменная мембрана, МБ – биполярная мембрана.

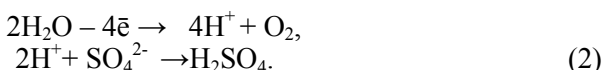
Электродиализатор конфигурации "а" (рисунок 2) периодического типа состоит из трех секций, разделенных катионообменной и анионообменной мембранами. В секции заливаются растворы, которые по окончании процесса анализируются.

Электролизатор конфигурации "б" представляет собой трехкамерную ячейку проточного типа для непрерывного электролиза.

Ионы соли под действием электрического тока мигрируют через катионообменную мембрану в катодную секцию, где вместе с гидроксильными ионами, полученными после катодной реакции восстановления молекул воды, дают щелочь:



В анодной секции получается второй целевой продукт – серная кислота:



Суммарное уравнение реакции конверсии сульфата натрия можно записать следующим образом:



Результаты экспериментов, проведенных в описанных ячейках, представлены в таблице 2. Концентрация полученной щелочи больше кислоты, что соответствует стехиометрии реакции (3). Из данных таблицы 2 видно, что наилучшие результаты получены в непроточной ячейке «а», однако недостатком ячеек такого типа является периодичный характер действия, малая производительность, высокое газообразование в секциях, где получают целевые продукты, отсутствие возможности интенсифицировать процесс. Этот вид ячеек в большей степени применим для проведения процесса в лабораторных условиях.

Альтернативным способом получения кислоты и щелочи из соответствующей соли без сопутствующего образования газообразных кислорода и водорода в целевых продуктах является электролиз с биполярными мембранами. Ячейка "в", изображенная на рисунке 2, позволяет проводить процесс конверсии солей в кислоты и основания без использования электродных реакций.

Раствор Na_2SO_4 протекает между катионо- и анионообменными мембранами. Под действием электрического тока катионы натрия мигрируют к катоду через катионообменную мембрану. Дальнейшее их движение ограничено анионообменным слоем биполярной мембраны. При пропускании постоянного тока вода диссоциирует в биполярной мембране с образованием эквивалентных количеств H^+ и OH^- . Образовавшиеся ионы OH^- мигрируют к аноду и попадают в секцию (3). Их дальней-

шее перемещение в секцию (2) ограничено катионообменной мембраной, и на выходе получается щелочь. Аналогичная ситуация происходит с ионами водорода, образованными внутри другой биполярной мембраны, на выходе получается кислота.

Результаты эксперимента, проведенного в ячейке "в", представлены в таблице 2. Следует обратить внимание, что энергетические затраты приведены для лабораторной установки. В промышленных условиях, при использовании многосекционного электролизного аппарата, эти значения будут меньше.

Т а б л и ц а 2

Результаты экспериментов

Тип ячейки (рис.2)	Концентрация, моль/л		W кВт·ч/моль	
	NaOH	H ₂ SO ₄	NaOH	H ₂ SO ₄
а	0,34	0,23	0,84	1,10
б	0,04	0,02	0,25	0,75
в	0,18	0,10	0,62	1,60

На рисунке 3 показана зависимость концентрации щелочи от плотности тока для ячеек конфигураций "б" и "в".

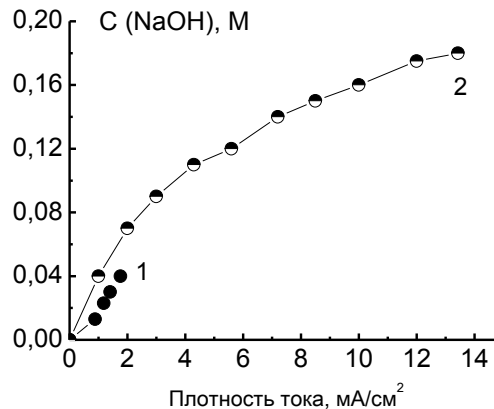


Рисунок 3. Зависимость концентрации щелочи от плотности тока: 1 – ячейка конфигурации "б", 2 – ячейка конфигурации "в"

С ростом плотности тока концентрация увеличивается, однако обе ячейки имеют свои ограничения по рабочей плотности тока, что не позволяет получить желаемые высокие значения концентрации целевых продуктов. Максимальная рабочая плотность тока в ячейке без биполярных мембран имеет значение 2 мА/см^2 , поскольку при превышении этой величины в электродных секциях образование газа становится настолько интенсивным, что его выделение препятствует потоку раствора. Для ячейки

"в" ограничения по плотности тока связаны с возможностями лабораторного источника питания, для которого при данных размерах электродиализного аппарата и скорости подачи раствора величина $13,7 \text{ мА/см}^2$ является предельной. В работе [3] при осуществлении электродиализа с биполярными мембранами рекомендуется работать при величинах плотности пропускаемого тока $50\text{--}100 \text{ мА/см}^2$. Это необходимо для активной диссоциации воды внутри биполярного слоя и как следствие – получения более высоких значений концентрации кислоты и щелочи. Промышленные условия эксплуатации электродиализатора позволяют работать при таких плотностях тока.

Растворы кислоты и щелочи с более высокой концентрацией могут быть получены при проведении процесса электродиализа в режиме циркуляции растворов, когда заданный объем соли прогоняется в замкнутом цикле через набор мембран до получения требуемой концентрации целевого продукта. Также увеличить концентрацию получаемых в процессе электродиализа кислоты и щелочи можно, применив после аппарата с биполярными мембранами электродиализатор классического типа, который представляет собой установку с чередующимися катионо- и анионообменными мембранами. Технологическая схема обработки отходов аккумуляторного лома, включающая стадию конверсии сульфата натрия, представлена на рисунке 4.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Наиболее высокие значения концентрации кислоты и щелочи получены при электродиализе в беспроточной ячейке "а". Но существенным недостатком этой ячейки является большое образование газов в электродных секциях, где происходит получение целевых продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ferella F., Michelis I. De., Vegliò F. Process for the recycling of alkaline and zinc-carbon spent batteries // Journal of Power Sources. 2008. №1. P. 78-82.
- 2 Michelis I. De., Ferella F., Karakaya E., Beolchini F. et al. Recovery of zinc and manganese from alkaline and zinc-carbon spent batteries // Journal of Power Sources. 2007. №1. P. 65-69.
- 3 Purselli Zh. Electrodialysis with bipolar membranes: fundamentals of the method, optimization, application // Electrochemistry. 2002. V. 38. № 8. P. 1028-1035.

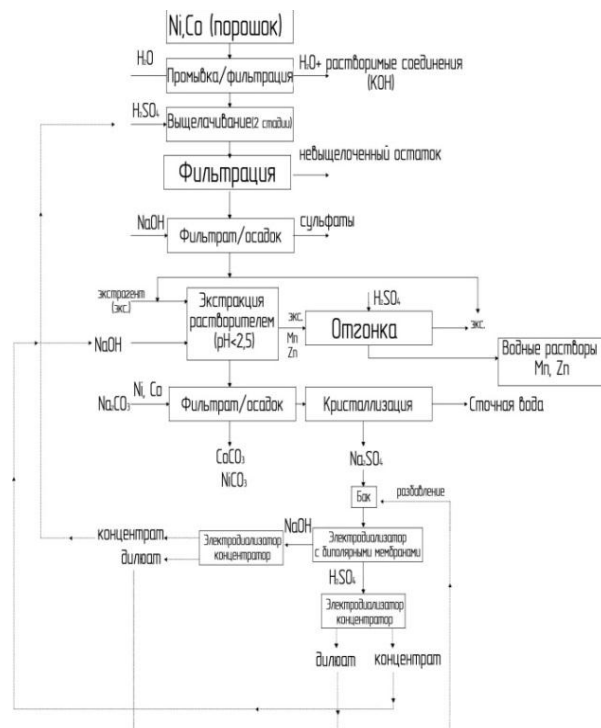


Рисунок 4. Схема утилизации аккумуляторного лома с применением электродиализа

В промышленных условиях целесообразно использовать электродиализатор непрерывного действия с биполярными мембранами, так как данная конфигурация позволяет увеличить количество повторяющихся секций, что необходимо для уменьшения энергетических затрат. Повысить степень удаления соли в таком варианте проведения конверсии можно за счет увеличения стадий процесса, а для получения более концентрированных растворов целевых продуктов после стадии конверсии можно применить электродиализатор-концентратор или выпарную установку.

REFERENCES

- 1 Ferella F., Michelis I. De., Vegliò F. Process for the recycling of alkaline and zinc-carbon spent batteries. Journal of Power Sources, 2008, no. 1, pp. 78-82.
- 2 Michelis I. De., Ferella F., Karakaya E., Beolchini F. et al. Recovery of zinc and manganese from alkaline and zinc-carbon spent batteries. Journal of Power Sources, 2007, no. 1, pp. 65-69.
- 3 Purselli Zh. Electrodialysis with bipolar membranes: fundamentals of the method, optimization, application. Electrochemistry, 2002, vol. 38, no 8, pp. 1028-1035.

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

УДК 664.87

Заведующий кафедрой Г.О. Магомедов,
доцент М.Г. Магомедов, доцент В.В. Пушкарь
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского,
макаронного и зерноперерабатывающего производств. тел. (473) 255-38-51
E-mail: vera_as@list.ru

Head of department G.O. Magomedov,
associate Professor M.G. Magomedov, associate Professor V.V. Pushkar'
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of Technology baking,
confectionery, pasta and grain processing industries. phone (473) 255-38-51
E-mail: vera_as@list.ru

Чипсы из сахарной свеклы

Chips from sugar beet

Реферат. Приоритетной социальной проблемой в Российской Федерации является обеспечение различных групп населения рациональным здоровым питанием с учетом их традиций и экономического положения. Решение этой проблемы требует развития перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса на основе совершенствования существующих и создания новых энергосберегающих экологически чистых технологий, способных обеспечить глубокую, при возможности безотходную, переработку сырья. Поэтому целью исследований явилась разработка технологии получения чипсов из сахарной свеклы. Технология осуществляется следующим образом: сахарная свекла поступает в моечную машину для удаления грязи с ее поверхности. Промытые корнеплоды инспектируют на ленточных транспортерах. Далее чистая сахарная свекла направляется на паротермическую обработку, для очистки от кожицы. После свеклу подвергают резке, совмещающая данный процесс с обработкой водным раствором лимонной кислоты. Потом направляют на сушку, процесс завершается по достижении в изделии массовой доли влаги 4-5 %. Особенность сушки чипсов заключается в том, что под действием высокой температуры протекает реакция меланоидинообразования между белками и сахарами, содержащимися в сахарной свекле. В результате полученный продукт имеет следующие параметры: золотисто-желтый цвет; отсутствие характерного запаха сахарной свеклы; приятный кисловатый привкус; влажность 4-5 %. Таким образом, новая технология актуальна, поскольку в настоящее время чипсы являются одним из наиболее популярных продуктов, готовых к употреблению. А свекловичные чипсы богаты пищевыми волокнами (пектином, гемицеллюлозой, целлюлозой) – 4-5 %, минеральными веществами – макроэлементами (калий, натрий, магний, кальций, фосфор), микроэлементами (железо, цинк, медь, марганец) – 0,5-0,6 %, и являются продуктом функционального питания.

Summary. Priority social problem in the Russian Federation is to provide diverse populations rational healthy diet, taking into account their traditions and economic status. Solving this problem requires the development of processing industries of agriculture on the basis of the improvement of existing and creation of new energy-saving environmentally friendly technologies that can provide deep, if possible without waste, recycling of raw materials. Therefore, the aim of research was the development of technology for production of sugar beet chips. Technology is as follows: sugar beet supplied into the washing machine to remove dirt from its surface. Washed roots inspect on conveyor belts. Next pure sugar beets sent to steam-heat treatment for cleaning the skin. After the beets is subjected to cutting by combining this process with a treatment with an aqueous solution of citric acid. Then he sent for the drying process is completed upon reaching a product of moisture content of 4-5 %. Drying chips feature is that under the high temperature reaction proceeds melanoidins between proteins and sugars present in sugar beet. As a result, the product obtained has the following characteristics: gold-yellow color; absence of a characteristic odor of sugar beet; pleasant sour taste; humidity of 4-5%. Thus, the new technology is relevant, because now the chips are one of the most popular products, ready to eat. A beet chips are rich in dietary fiber (pectin, hemicellulose and cellulose) - 4-5 % minerals - macroelements (potassium, sodium, magnesium, calcium, phosphorus), trace elements (iron, zinc, copper, manganese) - 0.5-0.6 %, and are the product of a functional food.

Ключевые слова: сахарная свекла, чипсы, здоровое питание

Keywords: sugar beet, chips, healthy diet

Приоритетной социальной проблемой в Российской Федерации является обеспечение различных групп населения рациональным здоровым питанием с учетом их традиций и экономического положения в соответствии с требованиями медицинской науки. Решение этой проблемы требует развития перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса на основе совершенствования существующих и создания новых энергосберегающих экологически чистых технологий, способных обеспечить глубокую, при возможности безотходную, переработку сырья [1].

Питание относится к важнейшим факторам, определяющим качество и продолжительность жизни современного человека, осложненной неблагоприятной экологической ситуацией, социальными проблемами, стрессами, малоподвижным образом жизни, вредными привычками и т.д. На этом фоне нарушение основных принципов рационального питания, связанное с нарушением баланса энергии и пищевых веществ, однообразие пищевых рационов, употреблением в пищу рафинированных продуктов, прошедших глубокую промышленную переработку, а также с неправильным режимом питания, привело к уменьшению сопротивляемости организма воздействию окружающей среды и росту числа хронических заболеваний.

Среди последствий такой ситуации – развитие и распространение различных нарушений обмена веществ, в том числе ожирения. Эффективное средство профилактики ожирения – введение в пищевые рационы достаточного количества пищевых волокон, рекомендуемый уровень суточного потребления которых составляет 20 г. Однако в нашей стране потребность населения в пищевых волокнах практически во всех регионах удовлетворяется лишь на треть при сохраняющейся тенденции к дальнейшему снижению уровня потребления этой группы функциональных ингредиентов.

Поэтому один из основных принципов концепции здорового питания – положение о том, что питание должно не только удовлетворять потребности организма человека в пищевых веществах и энергии, но служить мощным профилактическим средством.

Следует отметить, что в современном производстве повышена роль научно-технического потенциала, это привело к тому, что конкурентная борьба предприятий на мировом рынке все больше перемещается в область новизны и совершенствования выпускаемой продукции и технологий производства. Быстрое развитие научно-технического прогресса приводит к сокращению жизненного цикла техноло-

гий и продуктов, неравномерному развитию отрасли, усилению конкуренции. Это обусловлено тем, что в условиях ограниченности и удорожания ресурсов, экономический рост как всей страны, так и отдельных отраслей, зависит не столько от “объемных” показателей развития науки, техники и производства, сколько от интенсивности потоков перевода научных идей, изобретений в новые технологические решения, которые должны трансформироваться в новые продукты и технологии [3].

В условиях современной рыночной экономики нельзя добиться успеха без расширения и постоянного обновления ассортимента продукции, поэтому цель нашей работы – разработка технологии получения чипсов из сахарной свеклы.

Технология получения чипсов состоит из следующих технологических стадий (рисунок 1).

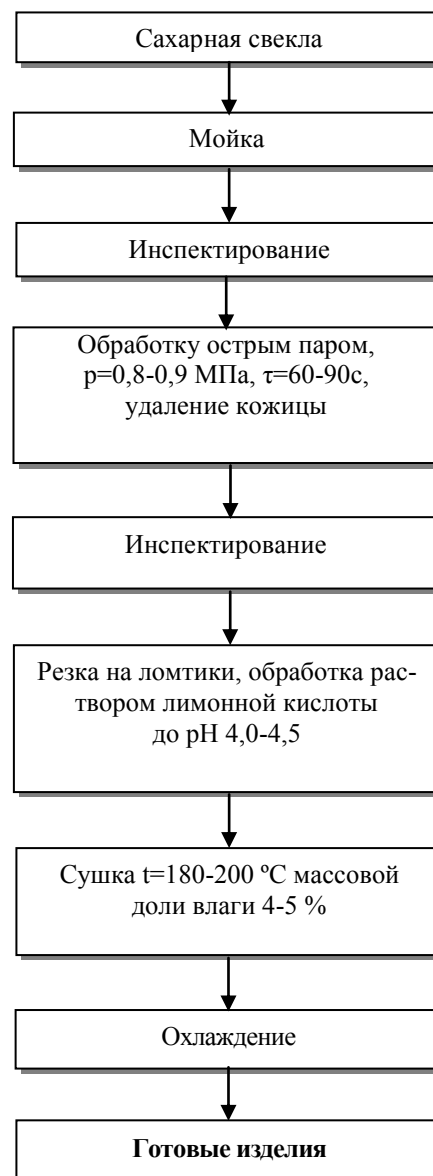


Рисунок 1. Структурная схема производства чипсов из сахарной свеклы

Корнеплоды сахарной свеклы поступают в моечную машину для удаления грязи с ее поверхности. Промытые корнеплоды inspectируют на ленточных транспортерах, удаляя при этом некондиционные корнеплоды и плохо промытые с наличием тех или иных дефектов, а также посторонние примеси. Затем корнеплоды обрабатывают острым паром при давлении 0,8-0,9 МПа в течение 60-90 с в паротермическом агрегате. Быстрая обработка острым паром позволяет легко отделить кожуру от мякоти.

Дальнейшая тепловая обработка нецелесообразна в связи с тем, что увеличивается глубина провара подкожного слоя, что в свою очередь приводит к увеличению содержания редуцирующих веществ (РВ), увеличению количества отходов и потерь ценного продукта. Далее сахарную свеклу подвергают инспекции, резке на ломтики толщиной 0,8-2,0 мм, очищенную и нарезанную ломтиками сахарную свеклу обрабатывают раствором лимонной кислотой до pH 4,0-4,5. Использование подкисленной воды необходимо для предотвращения инициации потемнения ломтиков сахарной свеклы за счет инактивации фермента полифенолоксидазы. Затем ломтики свеклы направляют на сушку при температуре 180-200 °С до массовой доли влаги 4-5 %, охлаждают [4].

Особенность сушки чипсов заключается в том, что под действием высокой температуры протекает реакция меланоидинообразования между белками и сахарами, содержащимися в сахарной свекле, в результате чего продукт приобретает следующие показатели: желтый цвет; отсутствие характерного запаха сахарной свеклы; приятный кисловатый привкус; влажность 4-5 % (таблица 1) [5].

Т а б л и ц а 1

Органолептические и физико-химические показатели чипсов из сахарной свеклы

Наименование показателей	Качественные показатели чипсов из сахарной свеклы			
	Пример 1	Пример 2	Пример 3	Пример 4
Толщина ломтика, мм	0,8	1,0	1,5	2,0
Консистенция	Хрустящая			
Вкус и запах	Приятный кисловатый вкус, без запаха сахарной свеклы			
Цвет	Светло-желтый	Золотистый	Золотистый	Золотистый-желтый
Массовая доля влаги, %	4,0	4,0	4,0	5,0
Массовая доля редуцирующих веществ, %	7,0	7,5	7,5	8,0
Активная кислотность pH	4,0	4,0	4,5	4,5

Чипсы богаты пищевыми волокнами (пектином, гемицеллюлозой, целлюлозой), минеральными веществами – макроэлементами (калий, натрий, магний, кальций, фосфор), микроэлементами (железо, цинк, медь, марганец), функциональные свойства, которых отвечают требованиям профилактического питания (таблица 2).

Из таблицы 2 видно, что при употреблении 100 г чипсов суточная потребность человека в клетчатке и пектине удовлетворяется на 14,8 %, в органических кислотах на 14,0 % и железе на 14,0 %.

Говоря о значении пищевых волокон, следует отметить, что это физиологически важный компонент пищи, предотвращающий болезни человека, обусловленные ухудшением экологической обстановки, возрастанием числа стрессовых ситуаций, снижением иммунитета ко многим заболеваниям. Волокна способствуют профилактике хронических интоксикаций, выводят из организма радионуклиды, соли тяжелых и токсичных элементов, пестициды, нитраты, шлаки; оказывают благоприятное действие на сосуды, предохраняя их от отложений холестерина, и организм – от атеросклероза; нормализуют деятельность желудочно-кишечного тракта; поглощают желчные кислоты; способствуют предотвращению организма от рака толстого кишечника; снижают уровень холестерина и сахара в крови. Кроме того, волокна приводят к ощущению насыщенности и способствуют меньшему потреблению энергии с пищей.

Т а б л и ц а 2

Степень удовлетворения суточной потребности в пищевых веществах при употреблении 100 г чипсов

Пищевые вещества	Суточная потребность	Содержание в 100 г чипсов	Степень удовлетворения формулы сбалансированного питания, %
Белки, г	80,0	0,9	1,1
Углеводы, г	400,0	18,2	4,6
Клетчатка и пектин, г	20,0	3,7	18,5
Орг. кислоты, г	2,0	0,28	14,0
Минеральные вещества, мг:			
Кальций	800,0	51,7	6,5
Фосфор	1000,0	72,4	7,2
Магний	4000,0	314,6	2,0
Железо	15,0	2,1	14,0
Калий	2500,0	294,9	11,8

Использование в пищу продуктов, содержащих пищевые волокна, положительно влияет на состояние зубов и полости рта. Более длительный процесс пережевывания такой пищи способствует удалению бактериального налета, имеющегося на зубах. Высоковолокнистая пища содержит меньшее количество сахаров, чем продукты, богатые углеводами и жирами, что также способствует уменьшению риска образования кариеса.

Особая роль принадлежит свекловичному пектину, который имеет то преимущество, что не требует для применения в профилактических целях деметоксилирования и, обладая значительным количеством свободных карбоксильных групп, участвующих в комплексообразовании, проявляет гораздо большие сорбционные свойства по отношению к ионам тяжелых металлов, чем яблочный и цитрусовый пектин [6].

Таким образом, технология получения чипсов из сахарной свеклы позволяет получить новый продукт, обогащенный полезными ве-

ществами, в том числе биологически активными (пищевыми волокнами и минеральными веществами), который имеет срок хранения 12 месяцев и низкую энергетическую ценность (160 ккал на 100 г готового изделия), не содержит холестерина и канцерогенов, так как его не обжаривают и не используют жиры.

Новая технология актуальна, поскольку в настоящее время чипсы являются одним из наиболее популярных продуктов, готовых к употреблению. Однако неумеренное потребление чипсов может приводить к неприятным последствиям. Они очень калорийны, что отражается на фигуре, а содержащийся в них жир негативно влияет на печень, кроме того, некоторые вещества, содержащиеся в масле, используемом для жарки чипсов, считаются канцерогенами.

Чипсы из сахарной свеклы позволяют расширить возможности применения сахарной свеклы и разнообразить ассортимент готовых к употреблению продуктов высокой пищевой ценности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. М.: Колос, 1999. 495 с.
- 2 Нечаев А. П. Пищевая химия. СПб.: ГИОРД, 2003. 625 с.
- 3 Магомедов Г.О., Магомедов М.Г., Вертяков Ф.Н., Астрединова В. В. Использование полуфабрикатов из сахарной свеклы в кондитерской отрасли // Вестник ВГТА. 2008. № 1. С. 60-64.
- 4 Пат. № 2346471, RU, А 23L 1/214. Способ производства чипсов из сахарной свеклы / Магомедов Г. О., Магомедов М. Г., Астрединова В. В. № 2007140447/13; Заявл. 31.10.2007.; Опубл. 20.02.2009, Бюлл. № 5.
- 5 Кац З. А. Производство сушеных овощей, картофеля и фруктов. М. Легкая и пищевая пром-сть, 1984. 216 с.
- 6 Магомедов Г.О., Олейникова А.Я., Магомедов М.Г., Астрединова В. В. Порошкообразный полуфабрикат из сахарной свеклы в производстве масс пралине // Кондитерское производство. 2013. № 6. С. 10-12.

REFERENCES

- 1 Sapronov A.R. Tekhnologiya sakharnogo proizvodstva [The technology of sugar production]. Moscow, Kolos, 1999. 495 p. (In Russ.).
- 2 Nechaev A.P. Pishchevaia khimiia [Food Chemistry]. Saint-Petersburg, GIOR, 2003. 625 p. (In Russ.).
- 3 Magomedov G.O., Magomedov M.G., Vertiakov F.N., Astredinova V.V. Use of semi-finished products of sugar-beet in the confectionery industry. *Vestnik VGTA*. [Bulletin of VSTA], 2008, no 1, pp. 60-64. (In Russ.).
- 4 Magomedov G.O., Magomedov M.G., Astredinova V.V. Sposob proizvodstva chipsov iz sakharnoi svekly [Process for producing chips from sugar beet]. Patent RF, no. 2346471, 2009. (In Russ.).
- 5 Katz Z.A. Proizvodstvo sushenykh ovoshchei, kartofelia i fruktoy [Production of dried vegetables, potatoes and fruit]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost', 1984. 215 p. (In Russ.).
- 6 Magomedov G.O., Oleinikova A.Ia., Magomedov M.G., Astredinova V.V. Powdered cake mix of sugar beet production in the mass praline. *Konditersoe proizvodstvo*. [Confectionery industry], 2013, no 6, pp. 10-12. (In Russ.).

Профессор С.И. Артюхова, аспирантка Т.Т. Толстогузова
(Омский государственный технический университет) кафедра «Химическая
технология и биотехнология». тел. 8-960-984-82-40
E-mail: asi08@yandex.ru

Professor S. I. Artiukhova, graduate T.T. Tolstoguzova
(Omsk state technical. University) Department of Chemical technology and biotechnology.
phone 8-960-984-82-40
E-mail: asi08@yandex.ru

Биотехнология биопродуктов «Целебный-1»

Biotechnology bioproducts "Healing-1"

Реферат. В статье приведены данные по разработке технологии и исследованию качественных показателей биопродуктов «Целебный-1». Одним из перспективных направлений в пищевой биотехнологии является разработка новых комплексных заквасок на основе консорциумов микроорганизмов, которые обладают более высокой активностью по сравнению с заквасками, приготовленными с использованием чистых культур. Поэтому представляли интерес исследования по разработке новой биотехнологии биопродукта на основе микробного консорциума молочнокислых бактерий. На основе анализа биотехнологических свойств отечественных заквасок был создан новый консорциум микроорганизмов, содержащий молочнокислые стрептококки и палочки, позволяющие в максимальной степени реализовать физиолого-биохимический и технологический потенциал микроорганизмов. Научно обоснована и экспериментально разработана новая биотехнология производства биопродуктов «Целебный-1», полученная на основе микробного консорциума с широким спектром антимикробной активности. Экспериментально исследованы качественные показатели биопродуктов «Целебный-1» с использованием нового микробного консорциума, как свежесыворотанных, так и в процессе хранения. Установлено, что антагонистическая активность микрофлоры биопродукта «Целебный-1» по отношению к патогенным и условно-патогенным бактериям, а также ее устойчивость к веществам желудочно-кишечного тракта человека более выражены по сравнению с биопродуктами, полученными с использованием отдельных заквасок, входящих в состав микробного консорциума. Следует отметить более выраженный синтез экзополисахаридов в биопродукте «Целебный-1», который приводит к повышению вязкости системы и улучшает консистенцию биопродукта. Новые биопродукты обладают хорошими органолептическими показателями и содержат высокое количество жизнеспособных клеток молочнокислых бактерий. Отмечена высокая стабильность и выживаемость молочнокислых бактерий в процессе хранения. При изучении атакемости белков биопродуктов пищеварительными протеиназами *in vitro* установлено, что ферментация молока микробным консорциумом повышает перевариваемость биопродуктов «Целебный-1». Результаты исследований свидетельствуют об их высоких потребительских свойствах и пищевой ценности.

Summary. The article presents data on the development of technology and qualitative research, bio-products «Healing-1». One of the promising directions in food biotechnology is the development of new integrated starter-based consortia of microorganisms, which have higher activity compared with cultures prepared using pure cultures. So it was interesting studies on the development of new biotechnology and bio-based microbial consortium of lactic acid bacteria. Based on the analysis of biotechnological properties of native cultures created a new consortium of microorganisms containing lactic acid streptococci and bacilli, allowing the maximum extent possible to implement the physiological, biochemical and technological potential of microorganisms. Scientifically substantiated and experimentally developed a new biotechnology production of bioproducts «Healing-1», obtained on the basis of microbial consortium with broad spectrum antimicrobial activity. Experimentally investigated quality parameters of organic food «Healing-1» using a new microbial consortium as freshly prepared and during storage. Found that antagonistic activity of microflora bio «Healing-1» with respect to pathogenic and conditionally pathogenic bacteria, as well as its resistance to substances in the gastrointestinal tract of man is more pronounced compared to bioproducts obtained using a separate starter, members of the microbial consortium. It should be noted a more pronounced synthesis of exopolysaccharides in bioproduct «Healing-1», which leads to increased viscosity of the system and improves the consistency of bio. New bioproducts have good organoleptic characteristics and contain a high number of viable cells of lactic acid bacteria. High stability and survival of lactic acid bacteria during storage. In the study of attacked proteins bioproducts digestive proteinases «in vitro» found that the fermentation of milk microbial consortium increases the digestibility of organic food «Healing-1». The results of the research testify to their high consumer properties and nutritional value.

Ключевые слова: биопродукт, микробный консорциум, качественные показатели биопродукта.

Keywords: bioproduct, the microbial consortium, quality of organic food products.

В современное время для науки и производства важной и актуальной задачей является разработка технологий различных пищевых продуктов функционального назначения, в том числе принципиально новых биопродуктов на молочной основе для профилактики и оздоровления населения России. Такими продуктами

могут быть новые кисломолочные продукты с высокими производственно-ценными и пробиотическими свойствами, сохраняющие и стимулирующие естественные механизмы защиты организма человека от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды.

© Артюхова С.И., Толстогузова Т.Т., 2014

Обычно в технологии производства кисломолочных продуктов используют в качестве закваски чистые культуры молочнокислых бактерий. Однако одним из перспективных направлений является разработка новых комплексных заквасок на основе консорциумов микроорганизмов, которые обладают более высокой активностью по сравнению с заквасками, приготовленными с использованием чистых культур. Между микроорганизмами многовидовой закваски происходит обмен продуктами жизнедеятельности и, в связи с этим, значительно повышаются и усиливаются их биотехнологические свойства [1].

Для создания консорциумов микроорганизмов предпочтительным является использование бактерий - представителей естественной микрофлоры желудочно-кишечного тракта человека, так как именно этим бактериям принадлежит ведущая роль в нормализации микробиоценоза кишечника, белкового и минерального обмена [2].

В связи с этим в научно-производственной лаборатории «Прикладная биотехнология» ОмГТУ были проведены исследования по разработке новой технологии производства биопродуктов на молочной основе с высокими пробиотическими свойствами. На основе анализа биотехнологических свойств отечественных заквасок создан новый консорциум микроорганизмов, содержащий молочнокислые бактерии, позволяющие в максимальной степени реализовать физиолого-биохимический и технологический потенциал микроорганизмов. В состав консорциума входили *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrückii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*, *Streptococcus salivarius thermophilus*.

В ходе эксперимента была установлена оптимальная температура (38 ± 1)°C, при которой микробный консорциум в биопродукте проявляет высокие биотехнологические свойства.

Как показали исследования, микрофлора биопродукта, заквашенного микробным консорциумом, устойчива к содержанию фенола (0,4 %), NaCl (6,5 %), желчи (40 %), обладает способностью к росту при pH – 9,6. Было установлено, что антагонистическая активность микрофлоры нового микробного консорциума по отношению к патогенным и условно-патогенным бактериям более выражена, по сравнению с биопродуктами, заквашенными исходными заквасками.

Было исследовано содержание экзополисахаридов, образованных микрофлорой заквасок и микробного консорциума (таблица 1).

Как известно, экзополисахариды повышают вязкость системы и способствуют когезии клеток микроорганизмов в консорциумах.

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют, о том, что все подобранные для комплексной закваски культуры синтезируют экзополисахариды. Важно отметить, что синтез экзополисахаридов более выражен в биопродукте с микробным консорциумом по сравнению с исходными заквасками, входящими в его состав. Это объясняет образование плотного сгустка и хорошую консистенцию биопродукта.

Т а б л и ц а 1

Содержание экзополисахаридов
в биопродуктах с различными заквасками

Состав исходных заквасок и их микробного консорциума	Количество ЭПС из 100 г образца, г
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	0,0337±0,001
<i>Lactobacillus casei</i>	0,0341±0,001
<i>Lactobacillus delbrückii subsp. bulgaricus</i>	0,0337±0,001
<i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. diacetylactis</i> , <i>Streptococcus salivarius thermophilus</i>	0,0325±0,001
<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrückii subsp. bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. diacetylactis</i> , <i>Streptococcus salivarius thermophilus</i>	0,0375±0,001

Технология биопродуктов «Целебный-1» предусматривает резервуарный способ производства, а также добавление сахара и сиропа шиповника для расширения ассортимента и повышения полезных свойств.

Технологический процесс биопродуктов «Целебный-1», «Целебный-1» с сахаром и «Целебный-1» с сиропом шиповника состоит из следующих операций: приемка и подготовка сырья; очистка и нормализация; растворение 5 % сахара в молоке, в случае его использования; подогрев до (60 ± 5)°C и гомогенизация при ($15 \pm 2,5$)МПа; пастеризация при (95 ± 2)°C, 5-10 мин и охлаждение до (38 ± 1)°C; заквашивание микробным консорциумом; перемешивание 5-10 мин, сквашивание (6 ± 1)ч; внесение 10% сиропа шиповника в случае его использования; перемешивание 5-10 мин, охлаждение (23 ± 2)°C; розлив, упаковка и маркировка; доохлаждение готового биопродукта (4 ± 2)°C; хранение.

При проведении исследований в качестве контроля использовался кисломолочный продукт «Биолакт», выработанный по традиционной технологии, с доказанными пробиотическими свойствами, на основе закваски,

содержащей в своем составе два штамма *Lactobacillus acidophilus*. Основные качественные показатели новых биопродуктов и контрольного образца представлены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Основные качественные показатели биопродуктов

Наименование показателей	Характеристика биопродуктов			
	Контроль	«Целебный-1»	«Целебный -1» с сахаром	«Целебный -1» с сиропом шиповника
Массовая доля жира, %	3,2±0,5	3,2±0,5	3,2±0,5	3,2±0,5
Титруемая кислотность, °Т	99±1	98±1	99±1	92±1
Продолжительность ферментации, ч	9±1	6±1	6±1	6±1
Влагоудерживающая способность, см ³ /10см ³	2,4±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	1,8±0,1
Органолептические показатели:				
вкус, запах	чистый кисло-молочный, сладкий	чистый кисло-молочный, выраженный	чистый кисло-молочный, сладкий	чистый кисло-молочный, со вкусом шиповника
Консистенция	однородная, в меру густая	однородная, плотная вязкая		

Как свидетельствуют данные таблицы 2, биопродукты обладают хорошими органолептическими показателями, было также отмечено сокращение времени ферментации биопродуктов «Целебный-1» в сравнении с контрольным образцом.

Дальнейшие исследования показали, что новые биопродукты богаты как по количественному, так и по качественному аминокислотному составу. В белках обнаружены все незаменимые аминокислоты. При изучении атакуемости белков биопродуктов пищеварительными ферментами *in vitro* установлено, что они характеризуются высокой перевариваемостью.

Величины интегральных показателей пищевой ценности свидетельствует о высокой степени соответствия опытных образцов формуле сбалансированного питания.

Для установления гарантированных сроков хранения биопродуктов «Целебный-1» были проведены исследования качественных показателей биопродуктов свежевывработанных и в процессе хранения.

Отбор проб проводили на 1, 5, 7, 10, 15, и 20 сутки, в соответствии с МУК 4.2.1847-04, которые устанавливают порядок проведения и методологию санитарно-эпидемиологической оценки обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов.

При проведении опытных выработок были исследованы микробиологические показатели биопродуктов, результаты которых представлены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3
Микробиологические
показатели биопродуктов

Наименование показателей	Характеристика биопродуктов			
	Контроль	«Целебный-1»	«Целебный-1» с сахаром	«Целебный-1» с сиропом шиповника
Количество молочнокислых бактерий, КОЕ/г	10 ⁷	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰
Масса продукта (г), в которой не допускаются:				
БГКП (колиформы)	0,1			
<i>S.aureus</i>	1,0			
патогенные, т.ч. сальмонеллы	25,0			
дрожжи, не более, КОЕ/г	50			
плесени, не более, КОЕ/г	50			

Анализ результатов исследований показал высокое содержание жизнеспособных клеток молочнокислых бактерий в свежевывработанных опытных биопродуктах – 10¹⁰ КОЕ/г, в контрольном образце – 10⁷ КОЕ/г, бактерии группы кишечной палочки, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, дрожжи и плесени обнаружены не были. Не отмечалось роста этих микроорганизмов и в процессе хранения, что соответствует показателям безопасности по микробиологическим требованиям.

По результатам исследований органолептических показателей биопродуктов в процессе хранения отмечено, что на 10 сутки хранения вкус и запах в образцах биопродуктов сохранялся чистым кисло-молочным, выраженным, густок плотным, а в контрольном образце выявлены небольшие изменения вкуса и синерезис. На 15 сутки в образцах «Целебный-1», «Целебный-1» с сахаром наблюдалось незначительное отделение сыворотки. Биопродукт «Целебный-1» с сиропом шиповника характеризовался незначительным синерезисом только на 20 сутки хранения, что говорит о положительном влиянии сиропа шиповника на сохранение структуры густоты биопродукта в процессе хранения.

Содержание жизнеспособных клеток пробиотической микрофлоры (рисунок 1) незначительно снизилось в контрольном образце и образце «Целебный-1» через 15 суток хранения, а в опытных образцах «Целебный-1» с сахаром и «Целебный-1» с сиропом шиповника снижения не наблюдалось.

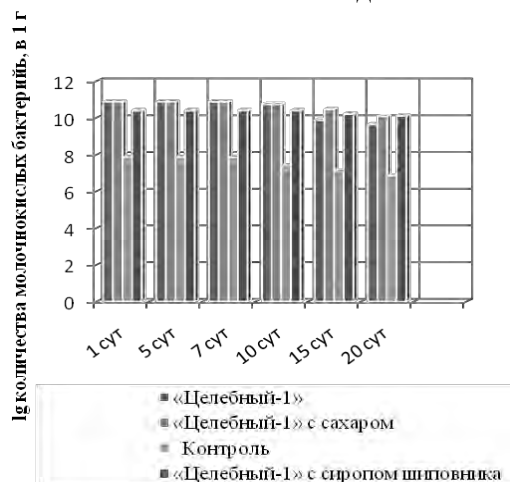


Рисунок 1. Зависимость изменения количества жизнеспособных клеток молочнокислых бактерий от продолжительности хранения биопродуктов

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Артюхова С.И. Научно-экспериментальное обоснование новых биотехнологий синбиотических молочных продуктов: дис. ... д-ра техн. наук. Улан-Удэ: ВСГТУ, 2006. 313 с.
- 2 Артюхова С.И., Хамагаева И.С., Гаврилова Ю.А. Современные подходы к созданию пробиотических поликомпонентных заквасок для функциональных молочных продуктов // Перспективы развития пищевой промышленности в России: матер. Всеросс. науч.-практ. конф. 15–17 марта 2005 г. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2005. С. 266–268.

Отмечена высокая стабильность и выживаемость молочнокислых бактерий в биопродуктах «Целебный-1», «Целебный-1» с сахаром и «Целебный-1» с сиропом шиповника в процессе длительного хранения.

При хранении отмечено постепенное нарастание титруемой кислотности во всех биопродуктах. При этом нарастание кислотности у образца биопродукта «Целебный-1» с сиропом шиповника по сравнению с другими образцами протекало менее интенсивно (рисунок 2).

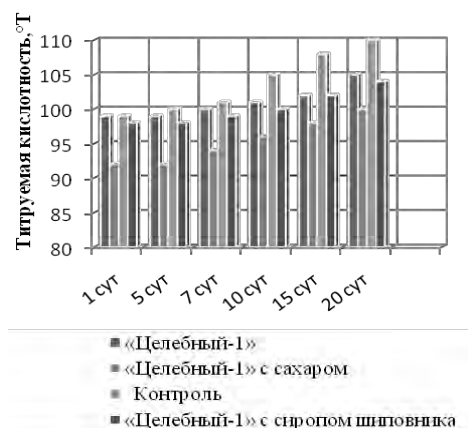


Рисунок 2. Зависимость изменения титруемой кислотности от продолжительности хранения биопродуктов

В результате исследований установлен оптимальный срок хранения биопродуктов «Целебный-1» 10 суток.

На основании проведенных исследований разработана и утверждена техническая документация на новые виды биопродуктов.

Промышленное внедрение новых биопродуктов позволит расширить ассортимент функциональных биопродуктов на отечественном рынке и удовлетворить потребность населения России в новых функциональных продуктах питания с пробиотическими свойствами.

REFERENCES

- 1 Artiukhova S. I. Nauchno-eksperimental'noe osnovanie novykh biotekhnologii sinbioticheskikh molochnykh produktov. Diss. dokt. tekhn. nauk [Scientific and experimental validation of new biotechnologies synbiotic dairy products. Dr. tech. sci. diss.]. Ulan-Ude, VSGTU, 2006. 313 p. (In Russ.).
- 2 Artiukhova S. I., Khamagaeva I. S., Gavrilova Yu. A. Current approaches to the creation of probiotic multicomponent functional starter cultures for dairy products. Mater. Vseross. nauch.-prakt. konf. "Perspektivy razvitiia pishchevoi promyshlennosti v Rossii" [Prospects of development of food industry in Russia: mater. Proc. of scientifically-practical conference]. Orenburg, IPK GOU OGU, 2005. pp. 266 - 268. (In Russ.).

УДК 579.678 : 664.1

Профессор Н.Г. Кульнева, доцент О.Ю. Гойкалова,
аспирант А.И. Шматова

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии броидильных и сахаристых производств.
тел. (473) 255-07-51

E-mail: olga_bojko2005@mail.ru

Professor N.G. Kulneva, associate Professor O.Iu. Goikalova,
graduate A.I. Shmatova

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of fermentation and
sugar industries technology. phone (473) 255-07-51

E-mail: olga_bojko2005@mail.ru

Исследование бактериостатических свойств хлорсодержащего препарата для свеклосахарного производства

Investigation of bacteriostatic properties of chlorinated compounds for beet-sugar industry

Реферат. Одной из важнейших причин снижения качества сахара-песка является бактериальная обсемененность сахарной свеклы. Это связано с тем, что свеклосахарное производство является хорошим объектом для развития разных групп микроорганизмов. Основными источниками инфицирования продуктов сахарного производства могут быть почва, вода, воздух, тара, упаковочные материалы, транспортные средства, спецодежда, инвентарь. Чем выше обсемененность свеклы микроорганизмами, тем больше они разлагают сахарозы и выделяют побочных продуктов метаболизма. В связи с этим существует необходимость снижения негативного воздействия различных групп микроорганизмов и уменьшения потерь сахарозы от разложения. В соответствии с изложенной проблемой были проведены исследования по определению бактериостатических свойств хлорсодержащего препарата для сахарного производства. В качестве объекта исследования использовали культуральную жидкость, обсемененную чистой культурой *Leuconostoc mesenteroides* и обработанную реагентом. В экспериментах определяли накопление биомассы *L. mesenteroides* нефелометрическим методом путем измерения оптической плотности суспензии бактерий. Установлено, что через 24 ч культивирования бактерий уровень оптической плотности среды в контроле и активная кислотность были значительно выше по сравнению с образцом, обработанным бактерицидным препаратом. Численность микроорганизмов в питательной среде определяли методом Виноградского-Шульгиной-Брида. По результатам исследования в контроле содержание клеток $1,7 \cdot 10^{16}$, в опыте с введением хлорсодержащего препарата $5,8 \cdot 10^{14}$. Результаты эксперимента свидетельствуют, что исследуемый хлорсодержащий препарат обладает бактериостатическим действием в отношении грамположительных сапрофитных кокков *L. mesenteroides* и может быть рекомендован к использованию в условиях свеклосахарного производства.

Summary. One of the major causes of decline in the quality of granulated sugar is bacterial contamination of sugar beet. This is due to the fact that the beet-sugar industry is a good object for the development of different groups of microorganisms. The main sources of infection of products of sugar manufacture can be soil, water, air, packaging, packaging materials, vehicles, clothing, equipment. The higher the beet contamination with the microorganisms, the more they decompose sucrose and secrete metabolic by-products. In this regard, there is a need to reduce the negative impact of various groups of microorganisms and to minimize the loss of sucrose from decomposition. In accordance with the problem given the studies to determine the bacteriostatic properties of chlorinated compounds for sugar production were carried out. We used the cultivated fluid colonized with a pure culture of *Leuconostoc mesenteroides* and reagent treated as an object of study. In the experiments, we determined the accumulation of biomass of *L. mesenteroides* with nephelometric method by measuring the optical density of bacterial suspension. It was found out that after 24 hours of bacterial culturing the level of optical density in the control and active acidity were considerably higher compared with the sample treated with germicide. The number of microorganisms in the nutrient medium was determined by Vinogradsky-Shulgina-Brid's method. According to the study in the control the cell contents is $1,7 \cdot 10^{16}$, in experiment with the introduction of the chlorinated compound it is $5,8 \cdot 10^{14}$. The experimental results show that the investigated chlorinated compound has bacteriostatic action against grampositive cocci saprophytic of *L. mesenteroides* and can be recommended for use in a sugar beet production.

Ключевые слова: свеклосахарное производство, *Leuconostoc mesenteroides*, хлорсодержащий препарат, бактериостатическое действие.

Keywords: beet sugar production, *Leuconostoc mesenteroides*, chlorinated compound, bacteriostatic action.

© Кульнева Н.Г., Гойкалова О.Ю., Шматова А.И., 2014

Для повышения сохранности сахарной свеклы, роста хозяйственной и экономической эффективности ее переработки большое внимание уделяется разработке новых способов обработки свекловичной стружки с применением бактерицидных препаратов широкого спектра действия.

Нами был изучен хлорсодержащий препарат, обладающий фунгицидными, вирулентными и спороцидными свойствами [1].

Целью работы явилось исследование бактериостатического действия хлорсодержащего препарата, т.к. конкретные данные о его влиянии на рост микроорганизмов отсутствуют. Для достижения поставленной цели проводили ряд экспериментов, связанных с культивированием микроорганизмов на среде, содержащей исследуемый препарат.

Объектом исследования служила чистая культура бактерий *Leuconostoc mesenteroides* штамм В-4177, полученная из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (ВКПИ, г. Москва). Физиологически активную культуру *L. mesenteroides* вносили в свежую селективную питательную среду, рекомендованную ВКПИ, инкубировали в термостате при 37 °С в анаэробных условиях в течение 5 суток. Хлорсодержащий препарат вносили в питательную среду (MRS (г/дм³): Бактопептон – 10,0; мясной экстракт – 10,0; дрожжевой экстракт – 5,0; глюкоза – 20,0; твин 80 – 1,0; аммоний лимоннокислый – 2,0; натрий уксуснокислый – 5,0; MgSO₄·7H₂O – 0,1; MnSO₄·5H₂O – 0,05; Na₂HPO₄ – 2,0; агар – 20,0) в количестве 2 см³ при pH 6,5 и температуре 30 °С. В качестве контроля использовали питательную среду без добавления препарата [1].

Накопление биомассы *Leuconostoc mesenteroides* контролировали нефелометрическим методом путем измерения оптической плотности питательной среды на разных этапах процесса культивирования. Рабочая длина волны была выбрана в соответствии с положениями, что для измерения светорассеяния выбирается светофильтр, обеспечивающий максимум пропускания света данной суспензии. В нашем случае рабочая длина волны – 560 нм [3]. Данный метод основан на том, что микроорганизмы в большинстве случаев не окрашены и почти прозрачны, поэтому суспензия клеток поглощает свет в видимой области спектра незначительно. Уменьшение интенсивности света после прохождения через суспензию связано, главным образом, с его рассеянием. В определенных пределах количество света, рассеивае-

мого суспензией микроорганизмов, пропорционально содержанию клеток [2].

Количественный анализ накопления биомассы бактерий проводили на фиксированных мазках по методу Виноградского-Шульгиной-Брида [4]. Метод предназначен для определения численности микроорганизмов в различных естественных субстратах. Отбор суспензии был произведен по истечении 24 ч – время, когда было достигнуто максимальное количество клеток в питательной среде. Для подсчета клеток брали строго определенное количество исследуемой суспензии, наносили микропипеткой на хорошо обезжиренное сухое предметное стекло. К капле суспензии добавляли стерильный водный раствор агар-агара с массовой долей 0,03 %, быстро перемешивали стерильной бактериологической петлей и равномерно распределяли по отмеченной на бумаге площади. Мазок высушивали на воздухе, фиксировали 20-30 мин 96 % спиртовым раствором и окрашивали красителем в течение определенного времени. Затем препарат осторожно промывали в кристаллизаторе водой. Подсчет клеток микроорганизмов проводили с иммерсионным объективом и рассчитывали по формуле [3]:

$$N = \frac{x \cdot 4 \cdot 10^8 \cdot K}{0,05 \cdot S}, \quad (1)$$

где x - число клеток в поле зрения; K – степень разведения суспензии; S - площадь поля зрения, $S = 0,02 \text{ мм}^2$; 0,05 - объем суспензии, см³; $4 \cdot 10^8$ - площадь мазка, мкм².

Еще одним параметром, косвенно характеризующим накопление биомассы, является активная кислотность суспензии, которую определяли по изменению pH среды через каждые 6 ч культивирования. Как известно, по изменению pH среды можно контролировать интенсивность метаболических процессов микроорганизмов, что служит показателем трансформации сахаров в органические кислоты как конечные продукты метаболизма. В частности, *Leuconostoc mesenteroides* для синтеза декстрана выделяет ферменты, расщепляющие сахарозу.

При изучении динамики роста и кислотообразования бактериальной культуры исследуемые показатели определяли в динамике через каждые 6 ч в течение 5 суток роста. Результаты эксперимента приведены графически на рисунках 1, 2.

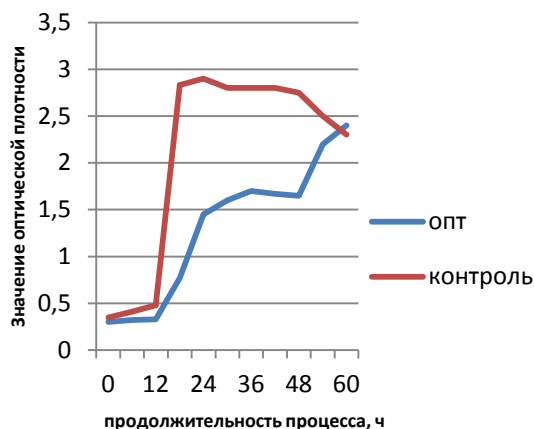


Рисунок 1. Динамика оптической плотности суспензии микроорганизмов

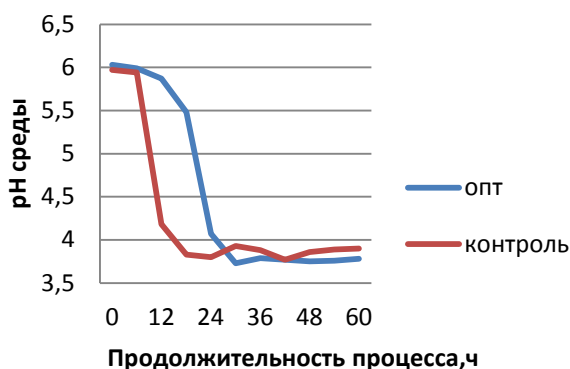
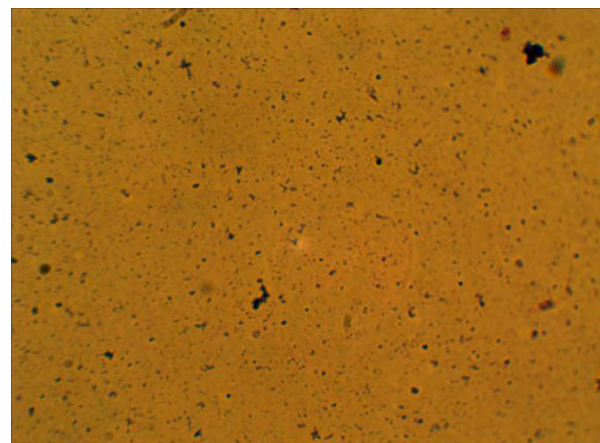


Рисунок 2. Динамика pH среды при культивировании *Leuconostoc mesenteroides*

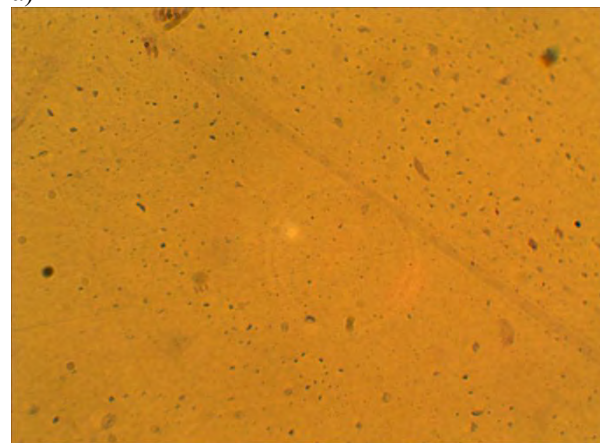
Анализ полученных результатов показал, что изменение оптической плотности в опыте с введением хлорсодержащего препарата во времени протекает с меньшей скоростью по сравнению с контролем. Так, к 24 ч культивирования бактерий уровень оптической плотности среды в контроле был в 1,8 раза выше по сравнению с опытом. Так же способность бактериальной культуры к кислотообразованию при отсутствии препарата в среде значительно выше. Это свидетельствует о снижении скорости роста и физиологических возможностей бактериальной культуры, выращенной с добавлением хлорсодержащего препарата.

Полученные данные хорошо коррелируют с численностью бактериальных клеток в опытном и контрольном вариантах. Так, в кон-

трольном образце содержание клеток составило $1,7 \cdot 10^{16}$, в опыте с введением хлорсодержащего препарата в среду культивирования это значение на два порядка ниже $5,8 \cdot 10^{14}$. На рисунке 3 (а, б) представлены фотографии контрольного и опытного образцов соответственно.



а)



б)

Рисунок 3. Интенсивность роста бактерий *Leuconostoc mesenteroides*: а – контроль, б – опыт (с введением хлорсодержащего препарата)

Исходя из результатов эксперимента можно сделать вывод, что хлорсодержащий препарат обладает бактериостатическим действием в отношении грамположительных сапрофитных кокков *Leuconostoc mesenteroides* и может быть рекомендован к использованию в условиях свеклосахарного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кульнева Н.Г., Шматова А.И., Манько Ю.И. Микрофлора свеклосахарного производства: проблемы и пути решения // Вестник ВГУИТ. 2014. №1. С. 193-196.

2 Силин П.М., Силина Н.П. Химический контроль свеклосахарного производства. М.: Пищ. пром-ть, 1977. 56 с.

3 Шуваева Г. П., Корнеева О.С., Григоров В.С., Руадзе И.Д. Биология и микробиология. Воронеж: ВГТА, 2003. С.214-216.

4 Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. и др. Практикум по микробиологии. М.: Академия, 2005. С.103-104.

REFERENCES

1 Kul'neva N.G., Shmatova A.I., Man'ko Iu.I. Microflora of sugar beet production: problems and solutions. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2014, no.1, pp. 193-196. (In Russ.).

2 Silin P.M., Silina N.P. Khimicheskii kontrol' sveklosakharnogo proizvodstva [Chemical monitoring sugar beet production]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost', 1977. 56 p. (In Russ.).

3 Shuvaeva G.P., Korneeva O.S., Grigorov V.S., Ruadze I.D. Biologiya i mikrobiologiya [Biology and microbiology]. Voronezh, VGTA, 2003. pp. 214-216. (In Russ.).

4 Netrusov A.I., Egorova M.A., Zakharchuk L.M. et al. Praktikum po mikrobiologii [Workshop on microbiology]. Moscow, Akademiya, 2005. pp. 103-104. (In Russ.).

УДК 579.841.31.4.577.152.321.152

Профессор В.С. Григоров, доцент А.Н. Яковлев,
доцент С.Ф. Яковлева, магистрант Т.С. Ковалева
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра биохимии и биотехнологии.
тел. (473) 255-55-57
E-mail: svetlana.yakovleva.68@mail.ru

Professor V.S. Grigorov, associate Professor A.N. Iakovlev,
associate Professor S.F. Iakovleva, master student T.S. Kovaleva
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of biochemistry and
biotechnology. phone (473) 255-55-57
E-mail: svetlana.yakovleva.68@mail.ru

Биосинтез глюкоамилаз, аминокислот, жирных кислот липидов термотолерантным и мезофильным штаммами рода *Aspergillus* при различных температурах

Biosynthesis glucoamylase, amino acids, fatty acids, lipids thermotolerant and mesophilic strains of the genus *Aspergillus* at different temperatures

Реферат. Активный синтез ферментов термотолерантными микромицетами при повышенных температурах стимулируется наличием в среде кислых аминокислот. У мезофильных микромицетов увеличивается содержание ненасыщенных жирных кислот и снижается активность ферментов. Изучено влияние повышенных температур на биосинтез глюкоамилаз и количественное изменение некоторых низкомолекулярных компонентов в клетках аспергилловых грибов. Объектом исследования были взяты микромицеты *Aspergillus awamori* ВУД-Т-2 и *Aspergillus awamori* штамм чешский. Штаммы культивировались в течение 96 ч при температурах 30, 40, 45 °С в колбах емкостью 750 см³ на шуттель - аппарате с частотой вращения 4 с⁻¹. Установлено, что повышение температуры культивирования термотолерантного микромицета с 30 до 45 °С в течение 96 ч способствует увеличению содержания внутриклеточных аминокислот, особенно глутаминовой и аспарагиновой, а также полярных липидов и моноацилглицеридов, триглицеридов и жирных кислот с четным числом углеродных атомов. Повышение температуры культивирования термотолерантного штамма способствовало увеличению содержания этих липидных фракций; у мезофильного штамма их содержание снижалось при 45 °С. В мицелии гриба *Aspergillus awamori* ВУД-Т-2 повышение температуры вызывает усиление синтеза пальмитиновой и стеариновой кислот, количество линолевой и линоленовой снижается. Из штамма *Aspergillus awamori* штамм чешский количество насыщенных жирных кислот мало изменяется, ненасыщенных – снижается. Глюкоамилазная активность в мицелии и культуральной жидкости термотолеранта достигает максимума при 45 °С, у мезофила – при 40 °С. Таким образом, при супраоптимальных температурах культивирования *Aspergillus awamori* ВУД-Т-2 усиливается метаболические процессы продуцента за счет взаимодействий гидрофобных аминокислот и аминокислот с ионизированными СООН-группами, увеличивается содержание насыщенных жирных кислот, что способствует повышению биосинтеза глюкоамилазы, чего не отмечено у мезофильного штамма.

Summary. Active enzyme synthesis micromycetes thermotolerance at elevated temperatures incentives presence of acidic amino acids in the medium. In mesophilic micromycetes increased content of unsaturated fatty acids and reduced enzyme activity. The effect of elevated temperature on the biosynthesis of glucoamylases and quantitative changes of some low molecular weight components in cells *Aspergillus* fungi. The object of the Exploration were taken micromycetes *Aspergillus awamori* WUD-T-2 and *Aspergillus awamori* Czech strain. Strains were cultivated for 96 hours at temperatures of 30, 40, 45 °C in 750 cm³ flasks on shüttel - unit with a frequency of rotation of the 4-to-1. It has been established that the increase of the temperature of cultivation thermotolerance micromycetes from 30 to 45 °C in those chenie 96 h increases intracellular content of amino acids, especially glutamic and aspartic and mono acyl glyceride and polar lipids, triglycerides of fatty acids having an even number of carbon atoms. Increasing the temperature of cultivation thermotolerance strain helped to increase the content of these lipid fractions; at mesophilic strain their content decreased at 45 °C. In the mycelium of the fungus *Aspergillus awamori* WUD-T-2, an increase in temperature causes an increase in the synthesis of palmitic and stearic acids, linoleic and linoene decreases. From a strain of *Aspergillus awamori* stkfшт Czech amounts of saturated fatty acids has changed little, is unsaturated - is reduced. Glucoamylase activity in the mycelium and culture fluid thermotolerance achievement-a maximum at 45 °C, in the mesophile - at 40 °C. Thus, at supraoptimal temperatures culturing *Aspergillus awamori* WUD-T-2 is enhanced metabolic processes producing by hydrophobic interactions and s-amino acids with the ionized-COOH groups increased content of saturated fatty acids, thereby increasing biosynthesis glucoamylase, which was not observed in mesophyll strain.

Ключевые слова: микромицет, аминокислоты, липиды, фермент, температура, pH-среды

Keywords: micromycetes, amino acids, lipids, an enzyme, temperature, pH of the medium

© Григоров В.С., Яковлев А.Н.,
Яковлева С.Ф., Ковалева Т.С., 2014

По изменению количественного состава клеточных метаболитов в процессе их биосинтеза можно выяснить причину термостойкости некоторых микроорганизмов.

Известно, что высокое содержание в клетке цистеина способствует термостойкости мембранного белка [1].

Активный синтез ферментов термотолерантными микромицетами при повышенных температурах стимулируется наличием в среде кислых аминокислот [2]. У мезофильных микромицетов увеличивается содержание ненасыщенных жирных кислот и снижается активность ферментов [3].

Литературных данных для термотолерантных и мезофильных микромицетов рода *Aspergillus* по этому вопросу представлено недостаточно.

В настоящей работе изучено влияние повышенных температур на биосинтез глюкоамилаз и количественное изменение некоторых низкомолекулярных компонентов в клетках аспергилловых грибов.

Объектом исследования были взяты микромицеты *Aspergillus awamori* ВУД-Т-2 и *Aspergillus awamori* штамм чешский [4]. Штаммы культивировались в течение 96 ч при температурах 30, 40, 45 °С в колбах емкостью 750 см³ на шуттель - аппарате с частотой вращения 4 с⁻¹.

Глюкоамилазную активность (ГЛА) штаммов определяли глюкозооксидазным методом [5].

Свободные аминокислоты экстрагировали из разрушенного мицелия горячим этанолом. Спиртовые растворы выпаривали и остаток растворяли в 10 см³ ацетатного буфера рН 2,0. Разделение экстрагированных аминокислот проводили на аминокислотном анализаторе Hd 1200 Е Их содержание в 1 г биомассы рассчитывали по формуле:

$$x = \frac{SVMk}{S_1 \cdot H} \cdot V, \quad (1)$$

где x – количество аминокислоты, % от асб; S – площадь пика аминокислоты; S_1 – площадь пика стандартного раствора аминокислоты; M – молекулярная масса аминокислоты; k – коэффициент поправки объема дозирующего устройства = 1; H – навеска; V – объем гидролизата.

Экстракцию липидов из мицелия микромицетов проводили методом [6]. Количественный и качественный состав определяли хроматографически: количественный – денситометрически [7].

Денситограммы рассчитывали методом внутренней нормализации по формуле:

$$Гл = \left(\frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \right) \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где Гл – группа липидов; S_i – площадь i -го компонента.

Для выделения липидов использовали свидетели с значениями R_f [8].

Жирокислотный состав нейтральных липидов определяли на газожидкостном хроматографе ЛХМ – 8МД с пламенным детектором.

В мицелий аспергилловых микромицетов входили полярные липиды и моноацелглицерины (Пол + Мг), диацилглицеринглы (Дг), стерин (С), жирные кислоты (Ж_к), триглицерины (Тг).

Образование внутриклеточных аминокислот и биосинтез глюкоамилаз термотолерантным и мезофильным микромицетами при изменении температуры культивирования представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Влияние температуры на биосинтез глюкоамилазы и
внутриклеточных аминокислот микромицетами

t. °C	τ. ч	ГЛА		Биомасса, г СВ/100 см ³	Содержание аминокислоты, % от СВ б/м								
		Миц, ед/г	КЖ, ед/100 см ³		Глу	Асп	Лиз	Тре	Лей	Цис	Вал	Изо	
Aspergillus awamori ВУД-Т-2													
30	24	15,3	300	2,0	0,71	0,44	0,09	0,15	0,08	0,42	0,03	0,02	
	96	17,5	1100	1,7	0,85	0,51	0,28	0,13	0,07	0,48	0,16	0,15	
45	24	18,4	400	2,0	0,80	0,56	0,22	0,19	0,10	0,46	0,20	0,12	
	96	17,7	1200	1,5	0,96	0,80	0,29	0,16	0,13	0,52	0,33	0,28	
Aspergillus awamori штамм чешский													
30	24	10,5	280	1,8	0,30	0,30	0,08	0,12	0,09	0,21	0,09	0,05	
	96	8,7	275	1,3	0,33	0,36	0,09	0,10	0,09	0,30	0,12	0,11	
45	24	3,3	80	1,0	0,09	0,08	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	
	96	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Из таблицы 1 видно, что повышение температуры культивирования термотолерантного микромицета с 30 до 45 °С в течение 96 ч способствует увеличению содержания внутриклеточных аминокислот, особенно Глу и Асп у мезофильного незначительное увеличение отмечается только при 30 °С. Глюкоамилазная активность мицелия термотолеранта мало изменяется, но возрастает в культуральной жид-

кости. У мезофильного штамма она существенно снижается и в мицелии в КЖ.

Мицелий первого штамма представляет собой рыхлую войлокообразную массу; мезофильный штамм слабо образует мицелий в виде разновеликих шарообразных форм.

Изменение количества липидного и жирнокислотного состава в мицелии под действием различных температур сведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Влияние температуры на биосинтез глюкоамилазы, липидный и жирнокислотный состав мицелия микромицетов

t. °С	τ. ч	ГЛА		Биомасса,г СВ/100 см ³	Содержание липидов и ЖК, % от суммы содержания								
		Миц, ед/г	КЖ, ед/100 см ³		Пол+ Мг	Дг	С	Жк	Тг	С 15:0	С 16:0	С 18:0	
Aspergillus awamori ВУД-Т-2													
30	24	15,3	310	1,3	15,5	1,7	10,9	4,9	70,3	0,3	0,5	13,6	
40	48	16,7	1120	1,6	17,5	1,9	13,0	5,5	75,3	0,4	-	15,0	
45	96	17,8	2213	1,2	18,0	1,7	12,9	5,3	77,0	-	-	15,0	
Aspergillus awamori штамм чешский													
30	24	10,4	275	1,4	26,8	2,7	11,0	6,0	25,0	0,8	2,6	6,2	
40	48	11,5	160	1,2	27,0	2,6	10,0	6,9	21,3	0,6	2,7	5,3	
45	96	2,4	65	0,6	15,3	1,0	8,7	4,0	12,3	-	-	5,0	

Как видно из таблицы 2, оба штамма при повышении температуры содержали наибольший процент полярных липидов и миноациглицеридов (Пол+Мг), триглицеридов (Тг) и жирных кислот с четным числом углеродных атомов.

Повышение температуры культивирования термотолерантного штамма способствовало увеличению содержания этих липидных фракций; у мезофильного штамма их содержание снижалось при 45 °С. В мицелии гриба *Aspergillus awamori* ВУД-Т-2 повышение температуры вызывает усиление синтеза пальмитиновой и стеариновой кислот, количество линолевой и линоленовой снижается. Из штамма *Aspergillus awamori* штамм чешский количество

насыщенных жирных кислот мало изменяется, ненасыщенных – снижается.

Глюкоамилазная активность в мицелии и культуральной жидкости термотолеранта достигает максимума при 45 °С, у мезофила – при 40 °С.

Таким образом, при супраоптимальных температурах культивирования *Aspergillus awamori* ВУД-Т-2 усиливается метаболические процессы продуцента за счет взаимодействий гидрофобных аминокислот и аминокислот с ионизированными СООН-группами, увеличивается содержание насыщенных жирных кислот (Пол + Мг), Дг, Тг, что способствует повышению биосинтеза глюкоамилазы, чего не отмечено у мезофильного штамма.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ruwan M.Y., Hang A. Membrane properties of *Thermoplasma acidophils* // Biochem. 1984. № 14.
- 2 Амелунксен Р., Медок Э. Жизнь микробов в экстремальных условиях. М.: Мир, 1981. 254 с.
- 3 Sawteki F.H., Diesno M.Y. The effect Temperature on the Fatti acid Phospholipid composition of *Cephalosporum kiltense* // Lipids. 1987. V. 12. № 1.
- 4 Яковлев А.Н. Биосинтез и физико-химические свойства термо- и рН-стабильных амилаз термотолерантного микромицета *Aspergillus awamori* ВУД-Т-2: дисс. ... канд. техн. наук. Воронеж: ВТИ, 1992.

- 5 Польшалина Г.В., Чередниченко В.С., Римарева Л.В. Определение активности ферментов. М.: Де Липракт, 2003.
- 6 Виркемип Д.Ж. Биохимическое исследование мембран. М.: Мир, 1980. С. 227 – 253.
- 7 Нечаев А.Н., Сандлер Х.Я. Липиды зерна. М.: Колос, 1985. С. 158.
- 8 Мангольд Х. Хроматография в тонких слоях. М.: Мир, 1985. С. 149.

REFERENCES

- 1 Ruwan M.Y., Hang A. Membrane properties of *Thermoplasma acidophils*. *Biochem.*, 1984, no. 14.
- 2 Amelunksen R., Medok E. Zhizn' mikrobov v ekstremal'nykh usloviyakh [Microbial life in extreme environments]. Moscow, Mir, 1981. 254 p. (In Russ.).
- 3 Sawteki F.H., Diesno M.Y. The effect Temperature on the Fatty acid Phospholipid composition of *Cephalosporium kiltense*. *Lipids.*, 1987, vol. 12, no. 1.
- 4 Iakovlev A.N. Biosintez i fiziko-khimicheskie svoystva termo- i pH-stabil'nykh amilaz termotolerantnogo mikromizeta *Aspergillus awamori* VUD-T-2. Diss. kand. takh. nauk [Biosynthesis, and physicochemical properties of heat and pH-amylase stable thermotolerance micromycetes *Aspergillus awamori* WUD-T-2. Cand. tech. sci. diss.]. Voronezh, VTI, 1992. (In Russ.).
- 5 Polygalina G.V., Cherednichenko V.S., Rimareva L.V. Opredelenie aktivnosti fermentov [Definition of efficiency of enzymes]. Moscow, De Liprakt, 2003. (In Russ.).
- 6 Virkemip D.Zh. Biokhimicheskoe issledovanie membrane [Biochemical research of membranes]. Moscow, Mir, 1980. pp. 227 - 253. (In Russ.).
- 7 Nechaev A.N., Sandler Kh. Ia. Lipidy zerna [Lipids of grain]. Moscow, Kolos, 1985. 158 p. (In Russ.).
- 8 Mangol'd Kh. Khromatografiya v tonkikh sloiakh [Chromatography in thin layers]. Moscow, Mir, 1985. 149 p. (In Russ.).

УДК 664.1.038

Доцент Ю.И. Зелепукин, аспирант С.Ю. Зелепукин,
профессор В.А. Голыбин, доцент В.А. Федорук,
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии броидильных и сахаристых
производств. тел. (473) 255-37-32
E-mail: yzas2006@yandex.ru
директор А.А. Ткачев
(ООО «Перелешинский сахарный комбинат»)
тел. (47344) 4-64-00

Associate Professor Iu.I. Zelepukin, graduate S.Iu. Zelepukin,
professor V.A. Golybin, associate Professor V.A. Fedoruk
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of fermentation technol-
ogy and sugar industries. phone (473) 255-37-32
E-mail: yzas2006@yandex.ru
director A.A. Tkachev
(LLC «Pereleshin Sugar Refinery») phone. (47344) 4-64-00

Повышение качества сахара-песка за счет интенсификации сульфитации полупродуктов сахарного производства

Improving the quality of sugar at the expense of intensification sulphitation intermediates of sugar production

Реферат. Применяемое для проведения сульфитации оборудование должно обеспечивать высокую степень утилизации сернистого ангидрида, что должно позволить снизить затраты на производство сахара за счет снижения расхода серы и улучшить экологическую обстановку в районе размещения сахарного завода. Применяемые в настоящее время в качестве типового оборудования жидкостно-струйные сульфитаторы типа А2-ПСК и А2-ПСМ обладают недостатками, основными из которых являются: неудовлетворительная работа при изменении расхода обрабатываемого раствора и выброс в атмосферу не утилизируемых продуктов от сжигания серы. Модернизированный жидкостно-струйный сульфитатор с целью повышения производительности без значительных затрат, даже при изменении расхода обрабатываемой жидкости. Положительный результат при работе такого сульфитатора достигается за счет того, что камера смешивания снабжена устройством регулирования проходного сечения отверстий диска, выполненным в виде перемещаемого в ней кольца с прикрепленными к нему конусообразными пальцами. Сульфитатор представляет собой цилиндрический корпус, снабженный сепаратором для разделения сульфитированной жидкости и отработанного газа. К сепаратору с помощью фланцевого соединения прикреплена камера смешивания исходной жидкости и сульфитационного газа, снабженная патрубком подачи сернистого газа, размещенным внутри нее диском, имеющим пять отверстий для образования высокосоциальных струй жидкости и устройством регулирования проходного сечения отверстий диска, выполненным в виде перемещаемого в камере кольца с прикрепленными к нему конусообразными пальцами. Форма пальцев позволяет создать поток жидкости через отверстия диска, протекающий с высокой скоростью и поддерживать постоянное избыточное давление жидкости перед диском в камере смешивания. При изменении количества жидкости, подаваемой на сульфитацию, кольцо с конусообразными пальцами перемещается, и пальцы изменяют проходное сечение отверстий, поддерживая давление производственного сахарного раствора перед диском постоянным. Это способствует улучшению контакта жидкости с газом. Разработанное устройство позволяет повысить эффективность физико-химической очистки жидких полупродуктов сахарного производства.

Summary. Applicable for sulfitation equipment should provide a high degree of utilization of sulfur dioxide, which should allow to reduce the cost of production of sugar by reducing fuel sulfur and improve the ecological situation in the placement of a sugar factory. Currently used as standard equipment the liquid-jet sulfitor type A2-PSK and A2-PSM have disadvantages, the main ones are: unsatisfactory performance when the flow solution to be treated and released into the atmosphere from the combustion products nutritionally sulfur. Modernized standard liquid spray sulfitor to improve performance without significant cost, even if the treated liquid flow. A positive result with this work sulfitor achieved due to the fact that the mixing chamber is provided with a device for controlling the flow cross section of holes disc formed as it moves in the ring attached thereto with tapered fingers. Sulfitor is a cylindrical body provided with a sulfited separator for separating liquid and flue gas. By using a separator attached flange connection mixing chamber sulfitation source liquid and a gas supply pipe provided with sulfur dioxide placed inside a disk having five openings for forming jets of high dynamic fluid flow control device and a disk hole section formed in a chamber in the movable ring attached to it, tapered fingers. The form allows the fingers to create a flow of fluid through the disc hole, flowing at high speed and maintain a constant positive pressure to drive the liquid in the mixing chamber. When changing the amount of fluid supplied to the sulfitation ring having tapered fingers moves the fingers and alter the orifice holes, maintaining the pressure of the sugar solution prior to manufacturing the disk constant. This improves the contact of the liquid with the gas. The designed device can improve the efficiency of physical and chemical treatment of liquid intermediates of sugar production.

Ключевые слова: сахарная промышленность, сульфитация, очистка диффузионного сока.

Keywords: sugar industry, sulfitation, cleaning diffusion juice.

© Зелепукин Ю.И., Зелепукин С.Ю.,
Голыбин В.А., Федорук В.А., Ткачев А.А., 2014

Традиционная технологическая схема выработки из свеклы товарного сахара-песка на российских свеклосахарных заводах предусматривает проведение сульфитации фильтрованного сока II сатурации, сиропа с клеровкой и питательной воды для диффузионного процесса. Целесообразность применения сульфитации, как элемента очистки продуктов сахарного производства, подтверждается многочисленными исследованиями [1-5]. Основная цель сульфитации заключается в обесцвечивании продуктов сахарного производства путем восстановления красящих веществ в бесцветные соединения, а также ингибировании их образования при высокотемпературном сгущении очищенного сока. При сульфитации происходит снижение щелочности и вязкости сиропа за счет замены K_2CO_3 на K_2SO_3 .

В работах И.Ф. Бугаенко [2] отмечается, что сульфитация сока позволяет снизить потери сахарозы при выпаривании очищенного сока от ее термического разложения на 0,05-0,08 %. При отсутствии сульфитации сиропа с клеровкой потери сахарозы в вакуум-аппаратах за счет термического разложения могут возрастать на 0,03-0,05 % к массе перерабатываемой свеклы.

Сульфитация сиропа проводится до pH 7,8-8,2. Таким образом, при недостаточной глубине сульфитирования сока II сатурации и сиропа суммарные неучтенные потери сахарозы на выпарной станции и в продуктовом отделении могут достигать 0,09-0,10 % к массе свеклы. Кроме этого, от соблюдения оптимальных значений pH в процессе сульфитации во многом зависит и качество готовой продукции.

Сульфитацию необходимо осуществлять для сока, полученного из свеклы с положительной натуральной щелочностью [3].

Ее следует проводить только после достижения оптимальной щелочности сока II сатурации, при которой из сока удаляется максимальное количество солей кальция. После фильтрования сок II сатурации сульфитируют до pH около 8,5.

Сульфитацию можно проводить сернистым газом и с применением химических соединений. Наибольшее обесцвечивание соков достигается при их обработке сернистым газом. При низком значении pH (7-8) обесцвечивающее действие SO_2 проявляется в большей степени, чем $NaHSO_3$. Сульфит натрия действует еще слабее, так как эта соль не снижает pH, как сернистая кислота. Особенно энергично действуют первые порции SO_2 (до 0,03-0,05 % на 100 частей сухих веществ), при дальнейшем ее

увеличении эффект обесцвечивания снижается. При использовании даже самых малых количеств диоксида серы в соке остается некоторое количество несвязанного SO_2 . Очевидно, для того чтобы шла реакция восстановления красящих веществ, необходим определенный восстановительный потенциал. Для получения заметного эффекта обесцвечивания в очищаемом соке после сульфитации должно содержаться 0,003-0,004 % избыточного SO_2 .

Рекомендуется проводить сульфитирование фильтрованного сока II сатурации так, чтобы во всех последующих концентрированных полупродуктах (сиропах, оттеках) присутствовали свободные сульфиты в количестве не менее 0,001 % к их массе, обязательное определение которых предусмотрено технологическим регламентом [6].

Сульфитация приводит к осветлению жидких полупродуктов. Так, например, цветность обрабатываемых соков уменьшается на 15-25 %, а сиропа – на 5-8 %, при этом наблюдается снижение pH обрабатываемых растворов на 0,5-0,8. Если значение pH после сульфитационной установки остается практически без изменения, что иногда наблюдается при эксплуатации низкоэффективных установок, то эффект осветления сахарных растворов уменьшается примерно в 2 раза. Это объясняется тем, что красящие вещества продуктов сахарного производства обладают индикаторными свойствами: с понижением значения pH уменьшается и интенсивность окрашивания раствора, однако индикаторный переход обратим, что обусловлено внутримолекулярным превращением вещества [1].

В производственных условиях при высокой натуральной щелочности и оптимальной щелочности сока II сатурации могут наблюдаться затруднения при уваривании утфелей. Часть сахарозы оказывается связанной остаточной щелочностью и находится в виде сахаратов, поэтому приходится для образования кристаллов сахарозы и для их роста доводить сироп до более высокой концентрации, что вызывает повышение вязкости и снижает скорость кристаллизации сахарозы. Продолжительность процесса уваривания утфеля при этом заметно увеличивается, что замедляет работу всего завода. Такие затруднения могут наблюдаться даже при переработке свеклы стандартного технологического качества, которая имеет высокую натуральную щелочность 0,03-0,04 % CaO. Снижение щелочности сока II сатурации путем пересатурирования нежелательно, так как приводит к повышен-

ному содержанию солей кальция в очищенном соке. Полученный при пересатурации бикарбонат калия при выпаривании сока разлагается с образованием карбоната калия, что приводит к повышению щелочности полупродукта.

Снижение щелочности и вследствие этого уменьшение вязкости при уваривании утфелей является столь же важной задачей сульфитации, как и обесцвечивание сока.

Механизм сульфитации заключается в следующем: сернистая кислота заменяет полностью или частично уголекислоту. При этом образуется CaSO_3 вместо CaCO_3 , который выпадал бы при обработке сока II сатурации уголекислотой. Частично сернистая кислота превращается в серную и возможно выпадение осадка CaSO_4 . В сахарных растворах растворимость солей CaCO_3 , CaSO_3 и CaSO_4 меньше, чем в чистых растворах и уменьшается с повышением концентрации сахарозы.

В настоящее время подкисление экстрагента для диффузионного процесса в производственных условиях осуществляется путем обработки питательной воды сернистым газом. Добавлять в воду серную кислоту нецелесообразно, т.к. для этого необходимо на промплощадке завода создать специальный участок по работе с концентрированными кислотами, использовать дорогостоящие кислотостойкие насосы, запорную арматуру и трубопроводы, тщательно соблюдать правила безопасной работы с агрессивными химическими соединениями, кроме того, повышается вероятность активной коррозии внутренних поверхностей диффузионного аппарата.

Таким образом, при обработке продуктов сахарного производства сернистым газом, образуется сернистая кислота, которая по сравнению с серной кислотой, частично обесцвечивает красящие вещества сока, что препятствует дальнейшему нарастанию цветности на последующих участках основного производства, особенно при повышенных температурах, снижает вязкость получаемых соков и сиропов. Это способствует сокращению времени уваривания утфелей и, как следствие, снижению неучтенных потерь сахарозы от термохимического разложения, приводит к интенсивному подавлению жизнедеятельности микроорганизмов (стерилизация среды), так как сернистая кислота – эффективный антисептик.

Ухудшение работы сульфитаторов или временное прекращение сульфитации приводит к заметному увеличению цветности концентрированных сахаросодержащих продуктов на верстате завода и снижению качества то-

варного сахара-песка. Особенно это заметно при переработке свеклы пониженного качества с высоким содержанием редуцирующих веществ и аминсоединений.

Применяемое для проведения сульфитации оборудование должно обеспечивать высокую степень утилизации сернистого ангидрида, что должно уменьшить затраты на производство сахара за счет снижения расхода серы и улучшить экологическую обстановку в районе размещения сахарного завода. Типовые жидкостно-струйные сульфитаторы типа А2-ПСК и А2-ПСМ обладают недостатками, основными из которых являются: неудовлетворительная работа при изменении расхода обрабатываемого раствора и выброс в атмосферу не утилизируемых продуктов от сжигания серы.

С учетом существенного влияния работы станции сульфитации полупродуктов сахарного производства на их качественные показатели нами предложена техническая модернизация типовых сульфитаторов с целью повышения производительности без значительных затрат, обеспечивающая высокие степени утилизации диоксида серы при изменении расхода обрабатываемой жидкости [7].

Положительный результат при работе такого сульфитатора достигается за счет того, что камера смешивания снабжена устройством регулирования проходного сечения отверстий диска, выполненным в виде перемещаемого в ней кольца с прикрепленными к нему конусообразными пальцами (рисунок 1).

На рисунке 1 схематично изображен общий вид сульфитатора сбоку, диск с отверстиями и устройство регулирования проходного сечения последних.

Сульфитатор представляет собой цилиндрический корпус 1, снабженный сепаратором 2 для разделения сульфитированной жидкости и отработанного газа. К сепаратору с помощью фланцевого соединения прикреплена камера 3 смешивания исходной жидкости и сульфитационного газа, снабженная патрубком 4 подачи сернистого газа, размещенным внутри нее диском 5, имеющим пять отверстий 6 для образования высокودинамичных струй жидкости и устройством регулирования проходного сечения отверстий диска, выполненным в виде перемещаемого в камере кольца 7 с прикрепленными к нему конусообразными пальцами 8. Форма пальцев позволяет создать поток жидкости через отверстия диска, протекающий с высокой скоростью и поддерживать постоянное избыточное давление жидкости перед диском в камере смешивания.

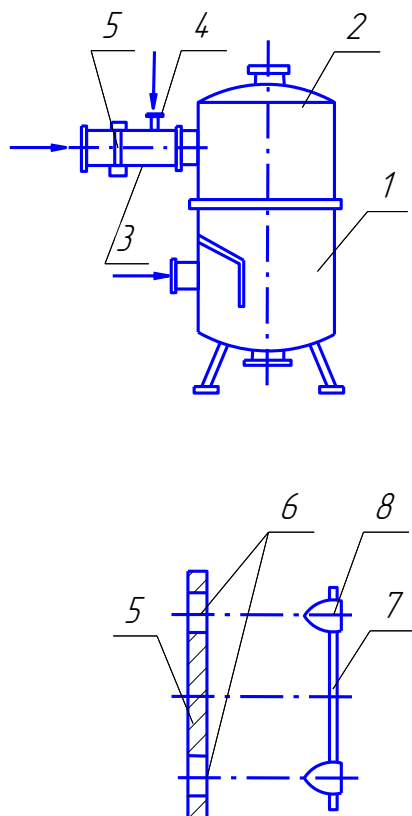


Рисунок 1. Аппарат для сульфитации жидкости

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бугаенко И.Ф., Тужилкин В.И. Общая технология отрасли. Научные основы технологии сахара. Часть 1. ГИОРД, 2007. 512 с.
- 2 Бугаенко И.Ф. Анализ потерь сахара в сахарном производстве и пути их снижения. Курск, 1994. 127 с.
- 3 Молодницкая Е.Н., Мищук Р.Ц., Штангеев В.О. Эффективность сульфитации полупродуктов сахарного производства // Сахар. 2010. № 11. С. 44-46.
- 4 Нагорная В. А. Оптимальные условия проведения очистки соков в свеклосахарном производстве. Киев, 1981. 71 с.
- 5 Сапронов А. Р. Технология сахарного производства. М.: Колос, 1998. 495 с.
- 6 Инструкция по химико-техническому контролю и учету сахарного производства, п. 12, 18.
- 7 Патент № 2282663, RU, C2 7 C 13 D 3/10 Сульфитатор / Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И., Филатов Н.С. № 2004129231/13; Заявл. 2004129231; Оpubл. 27.08.2006, Бюлл. № 24.

При изменении количества жидкости, подаваемой на сульфитацию, кольцо 7 с конусообразными пальцами 8 перемещается, и пальцы изменяют проходное сечение отверстий 6, поддерживая давление производственного сахарного раствора перед диском постоянным. Это способствует улучшению контакта жидкости с газом.

Разработанное устройство позволяет повысить эффективность процесса сульфитации жидких полупродуктов сахарного производства. Это является обязательным условием минимизации накопления несахаров при проведении завершающих операций в кристаллизационном отделении, что положительно скажется на качестве готовой продукции – сахаре-песке.

REFERENCES

- 1 Bugaenko I.F., Tuzhilkin V.I. Obshchaya tekhnologiya otrasli. Nauchnye osnovy tekhnologii sakhara. Chast' I [General technology industry. Scientific bases of technology of sugar. Part 1]. Moscow, GIORД, 2007. 512 p. (In Russ.).
- 2 Bugaenko I.F. Analiz poter' sakhara v sakharnom proizvodstve i puti ikh snizheniia [Analysis of loss of sugar in sugar production and ways to reduce them]. Kursk, 1994. 127 p. (In Russ.).
- 3 Molodnitskaia E.N., Mishchuk R.Ts., Shtangeev V.O. Efficiency sulphitation intermediates of sugar production. *Sakhar*. [Sugar], 2010, no. 11, pp. 44-46. (In Russ.).
- 4 Nagornaia V.A. Optimal'nye usloviia provadaniia ochistki sokov v sveklosakharnom proizvodstve [Optimal conditions for purification of juice in sugar beet production]. Kiev, 1981. 71 p. (In Russ.).
- 5 Sapronov A.R. Tekhnologiya sakharnogo proizvodstva [Technology of sugar production]. Moscow, Kolos, 1998. 495 p. (In Russ.).
- 6 Instruktisiia po khimiko-tekhnicheskomu kontroliu i uchetu sakhsrnogo proizvodstva [Instructions for chemical-technical control and accounting of sugar production]. § 12, 18. (In Russ.).
- 7 Golybin V.A., Zelepukin Iu.I., Filatov N.S. Sul'fitator [Sulfitator]. Patent RF, no. 2282663, 2006. (In Russ.).

УДК 538.9

Профессор И.М. Голев, профессор В.Н. Санин
(ВУНЦ ВВС «ВВА им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»)
кафедра физики и химии. тел. (473)244-76-04
E-mail: imgolev@gmail.com

Профессор С.А. Титов
(Воронеж.гос. ун-т. инж. технол.) кафедра физики.
тел. (473)255-42-67
E-mail: 125titov@mail.ru

Профессор Л.Н. Коротков
(Воронежский госуд. технич. ун-т) кафедра физики твердого тела.
тел. (473) 246-66-47
E-mail: l_korotkov@mail.ru

Professor I.M. Golev, professor V.N. Sanin
(Voronezh, Military training and scientific center of air forces "Air Force Academy")
Department of physics and chemistry.
phone (473)244-76-04E-mail: imgolev@gmail.com

professor S.A. Titov
(Voronezh state university of engineering technologie) Department of physics.
phone (473) 255-37-51
E-mail: 125titov@mail.ru

professor L.N. Korotkov
(Voronezh state technical University) Department of solid state physics.
phone (473) 246-66-47
E-mail: l_korotkov@mail.ru

Электрическая эквивалентная схема биологических объектов растительного происхождения

Electrical equivalent circuit of biological objects of vegetable

Реферат. Представлены результаты измерения комплексного электрического сопротивления биологических тканей растительного происхождения. Измерения проводились при $T=296\text{ K}$ в диапазоне частот от 5 до 500 кГц. В качестве электродов использовались покрытые оловом (чистота 99,9%) медные пластины. Экспериментально исследованы следующие объекты: образцы паренхимной ткани яблока в виде цилиндров диаметром 20 мм и длиной 20 мм; яблочный сок, полученный при механическом разрушении клеток; отжатая яблочная мезга (содержание сока не более 20%), полученная центробежной сепарацией, в которой разрушена система клеток. Для растительной ткани с целостной системой клеток в области $10^3 - 10^5$ Гц наблюдается ярко выраженный минимум угла фазового сдвига. В случае отсутствия клеток его величина существенно уменьшается. Рассмотрена эквивалентная электрическая схема тканей, проведен расчет всех ее элементов. Эквивалентом емкости двойного электрического слоя на границе раздела металлического измерительного электрода и межклеточной жидкости является элемент C_1 . Электрическое сопротивление этого слоя переменному току характеризуется элементом R_1 . Цепочка параллельно включенных активного сопротивления и емкости описывает систему растительных клеток. Емкость C_2 обусловлена электрической емкостью мембран клеток, а сопротивление R_2 – электрическим сопротивлением мембран и внутриклеточного пространства. Совпадение экспериментальных и расчетных данных в области частот более 10^3 Гц удовлетворительное. В области меньших частот наблюдаются отличия. Это может быть связано с особенностями поведения двойного электрического слоя. Вместе с тем, в области частот, где проявляются электрические свойства клеточной структуры исследуемой ткани совпадение хорошее, что свидетельствует о справедливости рассматриваемой эквивалентной схемы. Показано, что величина комплексного электрического сопротивления растительной ткани в диапазоне частот от 10^3 до 10^5 Гц позволяет получить электрические параметры клеточной структуры: характеристическую частоту, электрические емкость и сопротивление, которые на практике могут быть использованы для идентификации продукции и оценки степени влияния различных внешних факторов на ее качество.

Summary. The results of measurements of complex biological tissues electrical resistance of vegetable origin are presented. The measurements were performed at $T=296$ K in the frequency range from 5 to 500 kHz. As the electrodes were covered with tin (purity of 99.9%) copper plates. Experimentally investigated the following objects: samples parenchymal tissue of Apple in the form of cylinders with a diameter of 20 mm and a length of 20 mm; Apple juice, obtained by mechanical destruction of cells; pressed Apple pulp (juice content of not more than 20%) obtained by the centrifugal separation, which destroyed the system of cells. For plant tissue with a holistic system of cells in the field $10^3 - 10^5$ Hz is observed pronounced minimum angle of phase shift. In the absence of cells and its value is greatly reduced. The equivalent electrical circuit fabrics are considered. The calculation of all its elements is made. The equivalent capacitance of the electrical double layer at the interface of metal measuring electrode and extracellular fluid is element of C_1 . The electrical resistance of this layer alternating current is characterized by the element R_1 . Chain parallel connected resistance and capacitance describes the system of plant cells. The capacitance C_2 is due to the electrical capacity of the cell membranes, and the resistance R_2 is the electrical resistance of the membranes and intracellular space. The coincidence of experimental and calculated data in a frequency range of more than 10^3 Hz satisfactory. In the region of lower frequencies is observed differences. This may be due to the specific behavior of the electrical double layer. However, in the frequency region where the electrical properties of the cell structure of the investigated tissue match good, which proves the validity of the considered equivalent circuit. It is shown that the value of the complex electrical impedance of vegetable tissue in the frequency range from 10^3 Hz to 10^5 allows receiving the cell structure electrical parameters: the characteristic frequency, the electric resistance and capacitance. In practice, these parameters can be used to identify the product and evaluate the influence degree of various external factors on its quality

Ключевые слова: электрическая эквивалентная схема, дисперсии, биологические ткани, характеристическая частота.

Keywords: electrical equivalent circuit, dispersion, biological tissue, the characteristic frequency.

Измерение частотной зависимости электрического импеданса биологических объектов растительного происхождения при воздействии гармонического электрического сигнала дает обширную информацию о таких электрофизических параметрах их тканей как модуль комплексного сопротивления $|Z|$, угол фазового сдвига между током и напряжением, активная и реактивная (как правило емкостной) составляющие Z_R и Z_C [1–3].

В настоящее время весьма актуальной является задача установления связи этих параметров с внутренней структурой этих объектов, в частности с параметрами клеток ткани. Это позволило бы перейти к количественным биохимическим характеристикам растительной ткани и существенно повысить эффективность данного метода.

Известно большое количество эквивалентных электрических схем биологических тканей [2], позволяющих интерпретировать экспериментальные результаты измерения их импеданса.

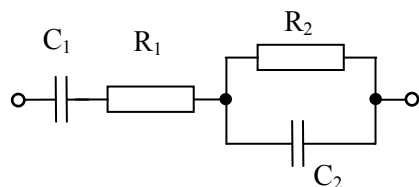


Рисунок 1. Электрическая эквивалентная схема

В работе рассмотрен один из вариантов усовершенствованной эквивалентной схемы (рисунок 1) ткани биологического объекта, представляющего собой систему растительных

клеток, заполненных клеточным соком, и межклеточное пространство. В нашей экспериментальной ситуации эквивалентом емкости двойного электрического слоя на границе раздела металлического измерительного электрода и межклеточной жидкости является элемент C_1 . Электрическое сопротивление этого слоя переменному току характеризуется элементом R_1 . Цепочка параллельно включенных активного сопротивления и емкости описывает систему растительных клеток. Емкость C_2 обусловлена электрической емкостью мембран клеток, а сопротивление R_2 – электрическим сопротивлением мембран и внутриклеточного пространства [4, 5].

Для данной эквивалентной схемы величину активного сопротивления импеданса можно записать как:

$$Z_R(\omega) = R_1 + \frac{R_2}{1 + (\omega R_2 C_2)^2}, \quad (1)$$

а реактивного (емкостного) сопротивления:

$$Z_C(\omega) = \left[\frac{1}{\omega C_1} + \frac{\omega R_2^2 C_2}{1 + (\omega R_2 C_2)^2} \right] \quad (2)$$

Модуль электрического импеданса определяется как:

$$|Z| = \sqrt{Z_R^2 + Z_C^2}, \quad (3)$$

а угол фазового сдвига:

$$\varphi = \arctan\left(\frac{Z_C}{Z_R}\right). \quad (4)$$

Анализ выражений (1) и (2) позволяет сделать следующие выводы:

• для формулы (1): при стремлении $\omega \rightarrow \infty$ значение $Z_R(\omega) = R_1$, т.к.

$$\frac{R_2}{1 + (\omega R_2 C_2)^2} \rightarrow 0;$$

• для формулы (2): при стремлении $\omega \rightarrow \infty$ величина $\frac{1}{\omega C_1} \rightarrow 0$. При этом

функция $Z_C(\omega) = \left[\frac{\omega R_2^2 C_2}{1 + (\omega R_2 C_2)^2} \right]$ имеет при

частоте $\omega_{max} = \frac{1}{R_2 C_2}$ максимум, величина которого $Z_C(\omega) = 0.5 \cdot R_2$. Определив из экспериментальных данных величины R_2 и ω_{max} ,

можно рассчитать $C_2 = \frac{1}{\omega_{рез} R_2}$;

• для формулы (2): при стремлении $\omega \rightarrow 0$ соотношение слагаемых в формулы становится следующим

$$\frac{1}{\omega C_1} \gg \frac{\omega R_2^2 C_2}{1 + (\omega R_2 C_2)^2} \quad \text{и} \quad \text{величина}$$

$$Z_C(\omega) \approx \frac{1}{\omega \cdot C_1}. \quad \text{Тогда значения } C_1 = \frac{1}{Z_C \cdot \omega}.$$

Таким образом, из анализа частотных зависимостей $Z_C(\omega)$ и $Z_R(\omega)$, можно определить все элементы эквивалентной схемы растительной ткани.

В работе были экспериментально исследованы следующие объекты:

- образцы паренхимной ткани яблока в виде цилиндров диаметром 20 мм и длиной 20 мм;

- яблочный сок, полученный при механическом разрушении клеток методом центробежной сепарации;

- отжатая яблочная мезга (содержание сока не более 20 %), также полученная центробежной сепарацией, в которой разрушена система клеток, но присутствуют фрагменты с клеточной структурой.

Измерения проводились при $T=296$ К в диапазоне частот от 5 до 500 кГц. В качестве электродов использовались покрытые оловом (чистота 99,9 %) медные пластины.

На рисунках 2 и 3 представлены частотные зависимости модуля электрического импеданса $|Z|$ и угла фазового сдвига φ для вышеуказанных образцов.

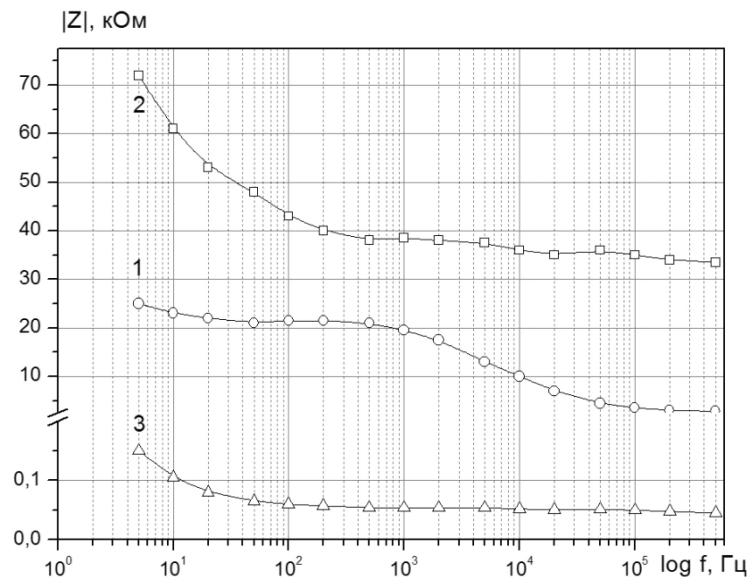


Рисунок 2. Частотная зависимость модуля электрического импеданса $|Z|$: 1- ткань яблока; 2 – яблочная мезга; 3 – яблочный сок

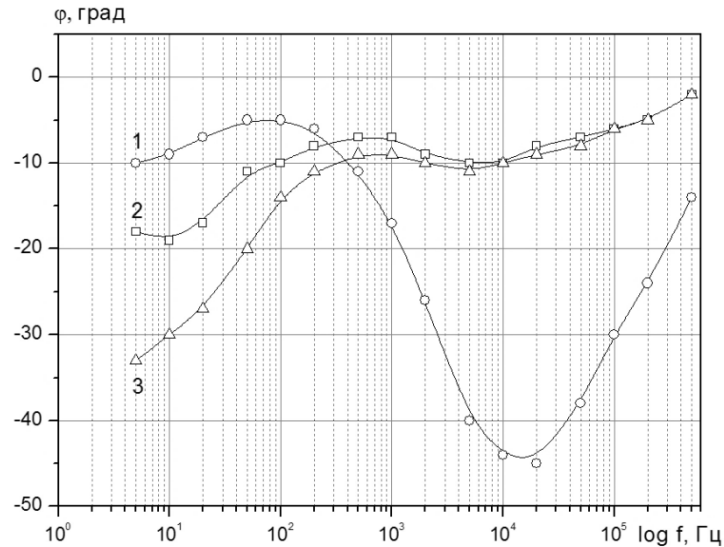


Рисунок 3. Частотная зависимость угла фазового сдвига φ : 1- ткань яблока; 2 – яблочная мезга; 3 – яблочный сок

Обращает на себя тот факт, что частотные зависимости фазового сдвига φ для яблочной ткани с одной стороны и яблочного сока и мезги качественно отличаются (рисунок 3, кривые 1 и 2, 3). Для растительной ткани с целостной системой клеток в области 10^3 - 10^5 Гц наблюдается ярко выраженный минимум угла фазового сдвига. В случае отсутствия клеток его величина существенно уменьшается. Отметим, что и в других экспериментах, когда производилась деструкция клеток тканей растительного происхождения (картофеля, моркови и других овощей и фруктов) путем термической обработки, наблюда-

лось аналогичное изменение характера функциональной зависимости $\varphi(f)$ [5–8]. Кривые $|Z|(f)$ имеют схожий характер (рисунок 2 а) и отличаются лишь количественно. В области высоких частот (> 100 кГц), когда существенно снижается влияние двойного электрического слоя, сопротивление мезги больше сопротивления тканей яблока в 10 раз, а сопротивление сока меньше в 60 раз.

Для удобства анализа результатов измерений представим их по формулам (3) и (4) в виде функций $Z_R(\omega)$ и $Z_C(\omega)$ (рисунки 4, 5).

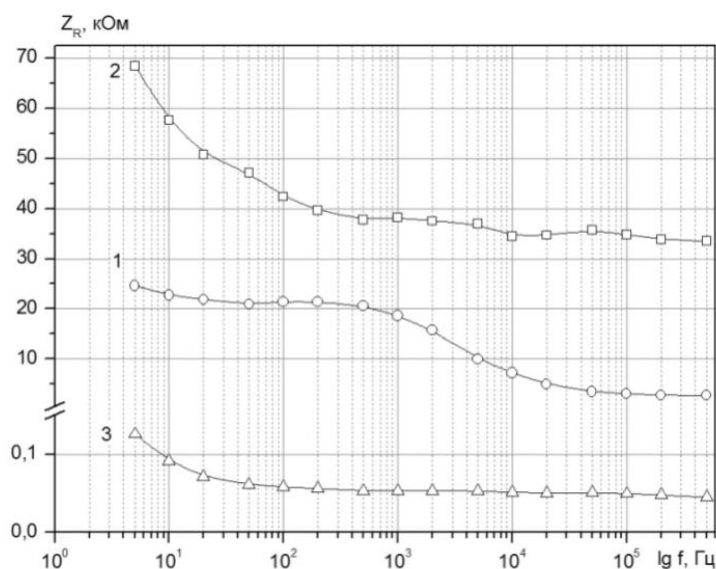


Рисунок 4. Частотная зависимость активного Z_R сопротивления импеданса: 1- ткань яблока; 2 – яблочная мезга; 3 – яблочный сок

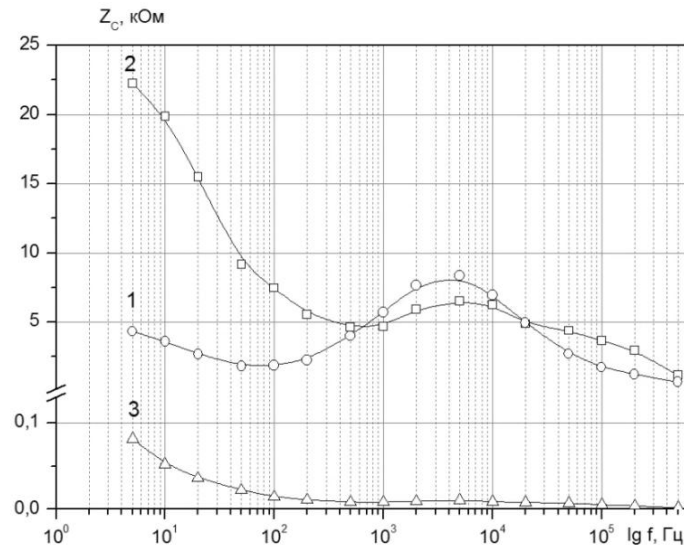


Рисунок 5. Частотная зависимость реактивного Z_C сопротивления импеданса: 1- ткань яблока; 2 – яблочная мезга; 3 – яблочный сок

На частотных зависимостях $Z_C(\omega)$ наблюдается характерный экстремум, обусловленный электрофизическими параметрами клеточной ткани. Для яблочной мезги высота пика менее выражена. Важно, что максимумы для кривых 1 и 2 (рисунок 3, б) реализуются при одной и

той же частоте $f = 4000$ Гц, которая является характеристической для данной яблочной ткани.

Используя вышеописанную методику анализа формул (1) и (2), были определены для трех объектов измерений значения элементов эквивалентной электрической схемы (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Величины элементов эквивалентной схемы для ткани яблока, яблочного сока и яблочной мезги

Объект исследования	R_1 , кОм	C_1 , мкФ	R_2 , кОм	C_2 , нФ
Ткань яблока	2,1	1,4	16	2,45
Яблочная мезга	33	1,5	12,5	3,15
Яблочный сок	0,045	390	0,081	-

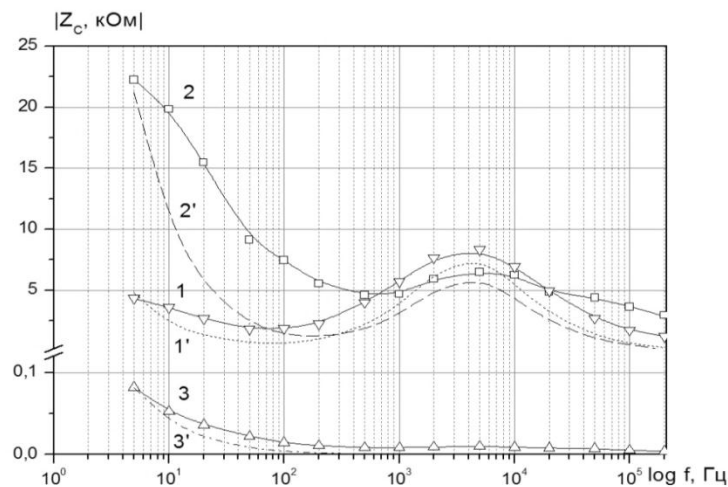


Рисунок 6. Экспериментальные (сплошные линии) и расчетные (прерывистые линии) частотные зависимости реактивного Z_C сопротивления импеданса: 1, 1' - ткань яблока; 2, 2' – яблочная мезга; 3, 3' – яблочный сок

На рисунках 6 и 7 показаны экспериментальные и расчетные значения для зависимостей $Z_R(\omega)$ и $Z_C(\omega)$.

Видно, что совпадение экспериментальных и расчетных данных в области частот $\omega > 10^3$ Гц удовлетворительное, в области меньших частот имеют место отличия. Это

может быть связано с особенностями поведения двойного электрического слоя. Вместе с тем, в области частот, где проявляются электрические свойства клеточной структуры исследуемой ткани совпадение хорошее, что свидетельствует о справедливости для этого случая рассматриваемой эквивалентной схемы.

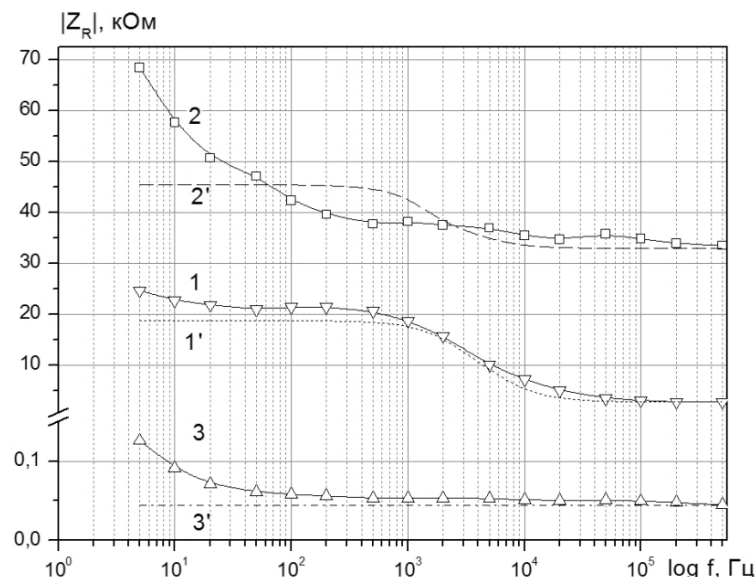


Рисунок 7. Экспериментальные (сплошные линии) и расчетные (прерывистые линии) частотные зависимости активного Z_R сопротивления импеданса: 1, 1' — ткань яблока; 2, 2' — яблочная мезга; 3, 3' — яблочный сок

Нами были проведены измерения и соответствующие расчеты характеристических частот максимума на зависимостях $Z_C(\omega)$ и

всех элементов электрической эквивалентной схемы (таблица 2).

Таблица 2

Величины элементов эквивалентной схемы для ткани различных плодов

Объект исследования, ткани	Частота характеристическая, Гц	R_1 , кОм	C_1 , мкФ	R_2 , кОм	C_2 , нФ
Томата	1900	0,075	12,3	3,2	26,4
Черешни	2600	1,96	9,4	42,0	14,6
Яблока	4000	2,1	1,4	16	2,45
Картофеля	5000	0,73	14,6	1,28	25,0
Огурца	9000	0,14	8,2	1,7	10,6

Обращает на себя внимание, что для исследуемых объектов характеристические частоты отличаются в 1,25-4,5 раз. Величины R_1 , C_1 , R_2 и C_2 индивидуальны для каждого объекта исследований, что позволяет проводить идентификацию растительных тканей, имея библиотеку значений.

В заключение отметим, что величина комплексного электрического сопротивления

растительной ткани в диапазоне частот от 10^3 до 10^5 Гц позволяет получить электрические параметры клеточной структуры: характеристическую частоту, электрические емкость и сопротивление, которые на практике могут быть использованы для идентификации продукции и оценки степени влияния различных внешних факторов на ее качество.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шольц Ф. Электроаналитические методы. Теория и практика. М.: БИНОМ, 2010. 326 с.
- 2 Торнуев Ю.В., Хачатрян Р.Г., Хачатрян А.Г., Махнов В.П. и др. Электрический импеданс биологических тканей. М.: Изд-во ВЗПИ, 1990. 155 с.
- 3 Самойлов В.О. Медицинская биофизика. СПб.: СпецЛит, 2004. 496 с.
- 4 Седунов Б.И., Франк-Каменецкий Д.А. Диэлектрическая проницаемость биологических объектов // Успехи физических наук. 1963. Т. LXXIX. № 4. С. 617-639.
- 5 Графов Б.М., Укше Е.А. Электрохимические процессы в переменном токе // Успехи химии. 1975. Т. 44. №11. С. 1979-1986.
- 6 Голев И.М., Коротков Л. Н. Дисперсия электрического сопротивления биологических объектов растительного происхождения // Вестник ВГТУ. 2013. Т. 9. №4. С. 26-29.
- 7 Голев И.М., Лесникова Э.П., Бобкина Е.Ю. Исследование плодоовощной продукции методом импедансной спектроскопии // Хранение и переработка сельхозсырья. 2013. №12. С. 31-34.
- 8 Голев И.М., Бобкина Е.Ю. Применение метода электрохимической импедансной спектроскопии для определения качества овощной продукции // Сб. I межд. заоч. научно - практическая конф. «Потребительский рынок Евразии: современное состояние, теория и практика». Екатеринбург: УГЭУ, 2012. С. 92-97.

REFERENCES

- 1 Scholz F. Elektroanaliticheskie metody. Teoriia i praktika [Electroanalytical methods. Theory and practice]. Moscow, BINOM, 2010. 326 p. (In Russ.).
- 2 Tornuev Iu.V., Khachatryan R. G., Khachatryan A. G., Makhnov V. P. et al. Elektricheski impedans biologicheskikh tkanei [Electrical impedance of biological tissues]. Moscow, VZPI, 1990. 155 p. (In Russ.).
- 3 Samoilov V. O. Meditsinskaia biofizika [Medical Biophysics]. Saint Petersburg, SpetsLit, 2004. 496 p. (In Russ.).
- 4 Sedunov B.I., Frank-Kamenetskii D.A. Dielectric permittivity of biological objects. *Uspekhi fizicheskikh nauk*. [Successes of physical sciences], 1963, vol. LXXIX, no. 4, pp. 617-639. (In Russ.).
- 5 Grafov B. M., Ukshe E. A. Electrochemical processes in AC. *uspekhi khimii*. [Russian Chemical Reviews], 1975, vol. 44, № 11, pp. 1979 -1986. (In Russ.).
- 6 Golev I. M., Korotkov L. N. Dispersion of electrical resistance biological objects of vegetable. *Vestnik VGTU* [Bulletin of the Voronezh state technical University], 2013, vol. 9, no. 4. pp. 26-29. (In Russ.).
- 7 Golev I. M., Lesnikova E. P., Bobkina E.Iu. Study of fruit and vegetable products by the method of impedance spectroscopy. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyria*. [Storage and processing of farm products], 2013, no. 12, pp. 31-34. (In Russ.).
- 8 Golev I. M., Lesnikova E. P., Bobkina E. Iu. The application of the method of electrochemical impedance spectroscopy to determine the quality of vegetable products. *Potrebitelskii rynok Evrazii: sovremennoe sostoianie, teoriia i praktika* [The consumer market Eurasia: current status, theory and practice]. Ekaterinburg, UGEU, 2012. pp. 92-97. (In Russ.).

УДК 577.15

Доцент О.Л. Мещерякова, аспирант Ю.С. Новикова,
старший преподаватель Е.П. Анохина, профессор О.С. Корнеева
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра биохимии и биотехнологии.
тел. (473) 255-55-57
E-mail: katya_anoh@mail.ru

Assistant Professor O.L. Meshcheriakova, graduate Yu.S. Novikova,
senior lecturer E.P. Anokhina, professor O.S. Korneeva
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of biochemistry and
biotechnology. phone (473) 255-55-57
E-mail: katya_anoh@mail.ru

Получение и характеристика биокатализаторов на основе иммобилизованных гликозидаз

Preparation and characterization of biocatalysts based on immobilized glycosidases

Реферат. Ферменты подкласса гликозидаз, расщепляющие поли- и олигосахариды до простых сахаров, имеют большое прикладное значение для различных областей промышленности. К таким ферментам относятся α -L-фукозидаза и β -фруктофуранозидаза. α -L-Фукозидаза расщепляет фукоидан бурых водорослей до фукозы и фукоолигосахаридов. Фукоза обладает пребиотическим, иммуностропным действием, а также широким спектром биологических активностей в организме позвоночных, фукоолигосахариды – антиоксидантными и пребиотическими свойствами. В связи с этим фукоза и ее полимеры могут быть востребованы в пищевой, кормовой и фармацевтической промышленности. β -Фруктофуранозидаза гидролизует сахарозу с образованием инвертного сиропа повышенного качества и биологической ценности, что представляет интерес для сахарной промышленности. С целью интенсификации процессов гидролиза фукоидана и сахарозы за счет более высокой стабильности и возможности многократного использования ферментных препаратов проведена иммобилизация α -L-фукозидазы на хитозане и β -фруктофуранозидазы на ионообменнике марки ФИБАН А-6 адсорбционным методом. Активности иммобилизованных α -L-фукозидазы и β -фруктофуранозидазы составили 80 и 70 % от активности свободных ферментов соответственно. Установлено, что иммобилизованная β -фруктофуранозидаза проявляет максимальную активность при pH 4,0-4,1, иммобилизованная α -L-фукозидаза – при pH 7,0. Оптимальные значения pH иммобилизованных ферментов совпадают с таковыми для свободных ферментов. Оптимальная температура гидролиза субстратов иммобилизованными α -L-фукозидазой и β -фруктофуранозидазой составила 50 и 70 °C соответственно, что на 10 °C и 20 °C выше по сравнению со свободными ферментами. Исследования показали достаточную стабильность иммобилизованных гликозидаз, так при 4-кратном их использовании ферментативная активность снижалась в 1,5 раза; при хранении полученных биокатализаторов в холодильной камере в течение 4-6 месяцев сохранилось 80 % каталитической активности ферментов.

Summary. Enzymes subclass glycosidases cleaving poly- and oligosaccharides to simple sugars, are of great practical importance for a variety of industries. Such enzymes include α -L-fucosidase and β -fructofuranosidase. α -L-fucosidase splits fucoidan kelp to fucose and fucooligosaccharides. Fucose has prebiotic, immunotropic action, and a wide spectrum of biological activity in vertebrates, fucooligosaccharides - antioxidant and prebiotic properties. In this regard, and fucose polymers may be demanded in the food, feed and pharmaceutical industry. β -fructofuranosidase sucrose hydrolysis with the formation of invert syrup high quality and biological value that is of interest to the sugar industry. In order to intensify the processes of hydrolysis of fucoidan and sucrose due to the higher stability and reusability of enzyme preparations carried immobilization α -L-fucosidase on chitosan and β -fructofuranosidase of ion exchange brand FIBAN A-6 adsorption method. Activity of the immobilized α -L-fucosidase and β -fructofuranosidase were 80 and 70% of the activity of the free enzyme, respectively. Found that immobilized β -fructofuranosidase exhibits maximal activity at pH 4,0-4,1, the immobilized α -L-fucosidase - at pH 7,0. The optimal pH of immobilized enzymes similar to those for the free enzyme. Optimal temperature hydrolysis substrates immobilized α -L-fucosidase and β -fructofuranosidase was 50 and 70 °C respectively, 10 °C and 20 °C higher compared to free enzymes. Studies have shown sufficient stability of immobilized glycosidases, so at 4-fold using their enzymatic activity decreased by 1.5 times; Biocatalysts obtained in storage in the refrigerator for 4-6 months retained 80% of the catalytic activity of enzymes.

Ключевые слова: гликозидазы, α -L-фукозидаза, β -фруктофуранозидаза, фукоидан, фукоза, фукоолигосахариды, сахароза, инвертный сироп, адсорбция, иммобилизация, хитозан, волокнистый ионообменник, гидролиз, субстрат.

Keywords: glucosidase, α -L-fucosidase, β -fructofuranosidase, fucoidan, a fucose, fucooligosaccharides, sucrose, invert syrup, adsorption, immobilization, chitosan fiber ion exchanger hydrolysis substrate.

© Мещерякова О.Л., Новикова Ю.С.,
Анохина Е.П., Корнеева О.С., 2014

Гликозидазы – ферменты, широко распространенные в природе и играющие большую роль в обмене веществ живой клетки, преобразуя олиго- и полисахариды в более простые сахара, доступные клетке для дальнейшего катаболизма с целью получения необходимых структурных элементов и химической энергии [1]. Особенно велико прикладное значение этих ферментов для биотехнологии и пищевой промышленности с целью получения функциональных продуктов.

Так, в последнее время возрос интерес к разработке биотехнологий пищевых продуктов диабетического и профилактического назначения. Актуальным в настоящее время является производство «минорного» сахара – фукозы, обладающего пребиотическим, иммуностимулирующим действием [2, 3] и биологической активностью в организме позвоночных [4, 5], а также фукоолигосахаридов, проявляющих антиоксидантную и пребиотическую активность [3, 6].

Одним из перспективных способов получения фукозы и фукоолигосахаридов является гидролиз фукоиданов бурых водорослей α -L-фукозидазой. α -L-Фукозидаза расщепляет гликозидные связи в фукоиданах – матричных полисахаридах бурых водорослей с образованием фукозы и фукоолигосахаридов, которые представляют интерес для пищевой, кормовой и фармацевтической промышленности.

Достаточно устойчивый и стабильно возрастающий спрос имеет производство инвертного сиропа (сахара), представляющего собой смесь глюкозы и фруктозы в различном соотношении и являющегося крупнотоннажным продуктом пищевой промышленности. Этот продукт в 1,2-1,5 раза слаще сахарозы и отличается более мягким вкусом, меньшей вязкостью и большим содержанием сахаристых веществ по сравнению с сахарными сиропами [7]. Замена кислотного способа инверсии сахарозы при производстве инвертного сахара на ферментативную с использованием специфического фермента β -фруктофуранозидазы позволяет существенно повысить качество инвертного сахара и его биологическую ценность.

Иммобилизация ферментов α -L-фукозидазы и β -фруктофуранозидазы позволит интенсифицировать процессы гидролиза фукоиданов и сахарозы за счет более высокой стабильности и возможности многократного использования ферментных препаратов, что существенно снизит стоимость конечных продуктов. А получение гетерогенных биокатализаторов на основе указанных иммобилизо-

ванных гликозидаз, способных работать в непрерывном режиме, является перспективным подходом к промышленному усовершенствованию этих процессов.

Целью данного исследования являлось получение высокостабильных биокатализаторов на основе иммобилизованных α -L-фукозидазы и β -фруктофуранозидазы для увеличения кратности их использования в реакционных циклах.

Объектами исследования служили α -L-фукозидаза *Aspergillus awamori* и β -фруктофуранозидаза *Kluyveromyces marxianus* Y-303 с каталитическими активностями 2310 ед/г и 2700 ед/мг соответственно.

В качестве носителя для иммобилизации α -L-фукозидазы использовали хитозан со степенью деацетилирования $>85\%$ и молекулярной массой >300 kDa; β -фруктофуранозидазы – волокнистый ионообменник марки ФИБАН А-6, подготовку которого осуществляли путем кондиционирования и перевода его в нужную ионообменную форму [8].

Активность α -L-фукозидазы определяли по количеству свободной фукозы по методу Дише [9], определение активности β -фруктофуранозидазы осуществляли методом Бертрана [10] и методом Сомоджи-Нельсона [11]. За единицу активности α -L-фукозидазы и β -фруктофуранозидазы принимали такое количество фермента, которое образует 1 мкмоль фукозы или редуцирующих веществ соответственно за 1 мин в стандартных условиях.

Иммобилизацию α -L-фукозидазы и β -фруктофуранозидазы проводили адсорбционным способом. Для иммобилизации α -L-фукозидазы сорбент помещали в водный раствор фермента различных концентраций (0,1-2,0 мг/см³). Иммобилизацию β -фруктофуранозидазы осуществляли по разработанной нами ранее методике [12]. Эффективность иммобилизации контролировали по содержанию остаточного белка в ферментном растворе.

Содержание белка определяли модифицированным методом Лоури [11], используя калибровочный график, построенный по бычьему сывороточному альбумину («Sigma», США).

Для определения оптимального pH действия свободных и иммобилизованных ферментов осуществляли гидролиз субстратов в интервале pH 3,0-8,0. Влияние температуры на каталитическую активность свободных и иммобилизованных ферментов исследовали в интервале температур 20-80 °C.

Стабильность полученных биокатализаторов на основе иммобилизованных ферментов исследовали в течение 6 мес.

В качестве носителя для иммобилизации α -L-фукозидазы использовали хитозан. Хитозан отличается от других носителей высокой сорбционной емкостью и способностью образовывать прочные комплексы с белковыми молекулами. Основной моделью взаимодействия хитозана с белковыми молекулами выступает сорбционная модель физико-химического взаимодействия субстратов. При этом исключается химическое взаимодействие с образованием прочных ковалентных связей. [13]. Кроме того, хитозан сохраняет свойства поверхности в растворенном состоянии, что делает его пригодным для проведения иммобилизации адсорбционным способом в водных растворах фермента.

На рисунке 1 показана кривая сорбции фермента на хитозане в зависимости от концентрации раствора фермента.

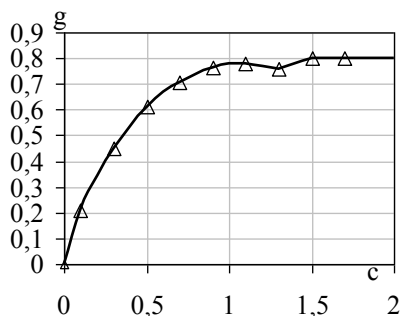


Рисунок 1. Кривая сорбции α -L-фукозидазы на хитозане в зависимости от концентрации раствора ферментного препарата: g – масса белка, связавшегося с носителем, мг/г; с – концентрация водного раствора фермента, мг/см³

Исследование зависимости сорбции от концентрации раствора фермента показало, что максимальная степень сорбции α -L-фукозидазы наблюдалась в интервале концентраций 0,1-1,8 мг/см³. При увеличении концентрации фермента оптическая плотность растворов при сорбции не отличалась от свободного фермента, что говорит о том, что иммобилизация фермента идет в интервале низких концентраций. Было установлено, что для иммобилизации α -L-фукозидазы достаточно 1,2 г хитозана, который содержал в среднем 0,8 мг фермента. Выход иммобилизованного фермента находился в диапазоне 65-68 %.

График имеет вид плавно восходящей кривой с горизонтальным участком после насыщения, на которой наблюдается небольшой перегиб. Этот эффект, по-видимому, является результатом полислойной адсорбции и следствием особенностей и равновесного характера процессов сорбции и десорбции. Он обусловлен актив-

ностью поверхности твердой фазы, определяемой величиной ее поверхностного потенциала или взаимодействием функциональных групп в процессе элюирования фермента. Вблизи точек перегиба кривая имеет практически горизонтальный участок, что свидетельствует о постоянной концентрации фермента.

При создании гетерогенного ферментного препарата на основе иммобилизованной α -L-фукозидазы необходимо изучить физико-химические свойства полученного комплекса фермент-носитель. В связи с этим были исследованы зависимости каталитической активности свободной и иммобилизованной α -L-фукозидазы от pH и температуры. На рисунке 2 показана зависимость свободной и иммобилизованной α -L-фукозидазы от величины pH.

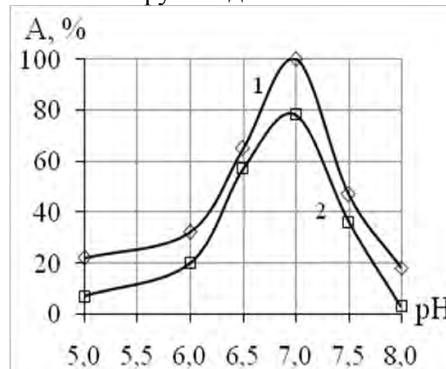


Рисунок 2. Зависимость активности (% от максимальной) от pH при температуре 40 °C: 1-свободной, 2- иммобилизованной α -L-фукозидазы.

Как видно на рисунке 2, иммобилизованная α -L-фукозидаза так же, как и свободная, проявляла максимальную активность при pH 7,0. Таким образом, иммобилизация не влияла на оптимальные значения pH действия фермента.

Исследования влияния температуры на активность свободной и иммобилизованной α -L-фукозидазы показали, что оптимальная температура гидролиза субстрата смещается в сторону более высоких значений с максимальной активностью при 50 °C (рисунок 3), что на 10 °C выше, чем для свободного фермента. Влияние температуры на активность ферментов объясняется тем, что она, с одной стороны, воздействует на белковую часть фермента, приводя его к денатурации и снижению каталитической функции, а с другой стороны – интенсифицирует скорость реакции образования фермент-субстратного комплекса и все последующие этапы преобразования субстрата. В результате связывания молекул фермента с носителем возрастает их термостабильность. Это положение подтверждено в ряде работ [14, 15, 16].

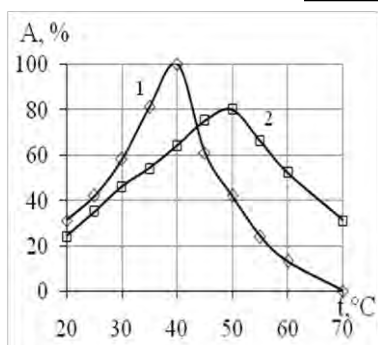


Рисунок 3. Влияние температуры на активность α -L-фукозидазы (% от максимальной) при pH 7,0: 1 – свободный фермент, 2 – иммобилизованный

Проводились исследования процесса иммобилизации β -фруктофуранозидазы и влияния его на физико-химические свойства фермента.

Для иммобилизации β -фруктофуранозидазы в качестве носителя использовали волокнистый ионообменник ФИБАН А-6. Этот носитель имеет следующие характеристики: 1) высокая скорость ионообменных и сорбционных процессов; 2) устойчивость к действию агрессивных сред и температуры; 3) хорошая смачиваемость водой; 4) возможность применения в виде тонких фильтрующих слоев и многократных циклов кислотного-щелочной обработки и высушивания-увлажнения; 5) обладает большой обменной емкостью и высокими механическими свойствами. Все вышеперечисленное позволяет рекомендовать использовать данное волокно в качестве носителя для иммобилизации ферментов.

Кривая сорбции β -фруктофуранозидазы на волокнистом носителе показана на рисунке 4. Кривая сорбции β -фруктофуранозидазы, как и в случае с α -L-фукозидазой имеет перегиб, что свидетельствует о сложности протекания процесса. Очевидно, что помимо взаимодействия сорбент-сорбат, результатом которого является формирование мономолекулярного слоя белка, дальнейшее нарастание количества сорбированного фермента происходит в ходе взаимодействия

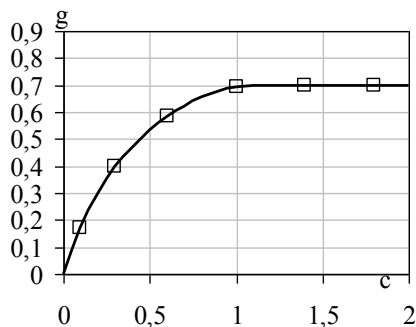


Рисунок 4. Кривая сорбции β -фруктофуранозидазы на ФИБАН А-6 в зависимости от концентрации раствора ферментного препарата: g – масса белка, связанного с носителем, мг/г; с – концентрация водного раствора фермента, мг/см³

Было установлено, что для иммобилизации β -фруктофуранозидазы достаточно 1,0 г ФИБАН А-6, который содержал в среднем 0,7 мг фермента. Выход иммобилизованного фермента находился в диапазоне 68-71 %.

Емкость используемых для иммобилизации волокнистых носителей превышает емкость гранульных в среднем в 3 раза. Только при низких концентрациях β -фруктофуранозидазы (до 1,0 мг/см³) количество сорбированного фермента сопоставимо с этой же величиной. Это связано, вероятно, с более легкой доступностью молекул фермента к сорбционным центрам носителя благодаря наличию транспортных пор. Процесс включения молекул фермента в поры носителя можно рассматривать как “улавливание” биомолекул. Ферменты, внедренные таким способом в матрицу носителя, защищены от действия микробов и макромолекулярных веществ, продуцируемых микробами. Биокатализаторы в таком виде также более удобны для использования, что в ряде случаев делает их применение более предпочтительным, чем биокатализаторов в другой форме.

Было изучено влияние pH реакционной смеси на активность препаратов свободной и иммобилизованной β -фруктофуранозидазы.

Как видно на рисунке 5, иммобилизованная β -фруктофуранозидаза проявляла максимальную активность при pH 4,0-4,1.

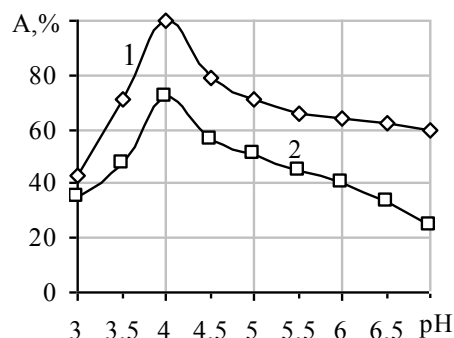


Рисунок 5. Зависимость активности (% от максимальной) от pH при температуре 40 °C: 1-свободной, 2- иммобилизованной β -фруктофуранозидазы

Небольшой сдвиг pH (на 0,1 единицу) может быть обусловлен различием между локальными значениями pH микроокружения активного центра и pH, измеряемым в объеме раствора. На локальное значение pH микроокружения оказывают влияние следующие факторы: заряд матрицы носителя, изменение заряда субстрата при превращении его в продукты, диффузия субстрата и продукта, изменение суммарного заряда белка при иммобилизации [18].

В ходе работы была проведена серия экспериментов по определению влияния температуры на активность свободной и иммобилизованной β -фруктофуранозидазы.

Для иммобилизованной β -фруктофуранозидазы оптимальная температура гидролиза сахарозы составила 70 °С (рисунок 4). Данный показатель на 20 °С выше, чем для свободного фермента [17].

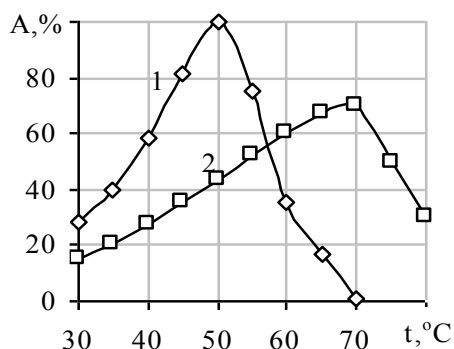


Рисунок 4. Влияние температуры на активность β -фруктофуранозидазы (% от максимальной) при pH 4,0: 1 – свободный фермент, 2 – иммобилизованный

Можно предположить, что повышение оптимальных температур действия иммобилизованных ферментных препаратов обусловлено тем, что при присоединении к носителю происходит повышение жесткости третичной структуры, ответственной за каталитическое превращение субстрата. Чем больше образовано связей между носителем и ферментом, тем стабильность белковой молекулы выше по отношению к температуре [18].

Опыты по определению активности свободных и иммобилизованных ферментов показали, что в процессе иммобилизации происходит снижение каталитических активностей α -L-фукозидазы и β -фруктофуранозидазы на 20 % и 30 % соответственно. Причиной снижения активности ферментов при иммобилизации могут быть диффузионные затруднения, препятствующие доступу субстрата к активному центру фермента, а также возможное ограничение конформационной подвижности белка вследствие его многоточечного связывания с поверхностью носителя.

Изучалось влияние условий хранения и кратность использования полученных биокатализаторов. Было установлено, что при многократном использовании (4-5 раз) иммобилизованных гликозидаз снижение ферментативной активности было незначительно (рисунок 6).

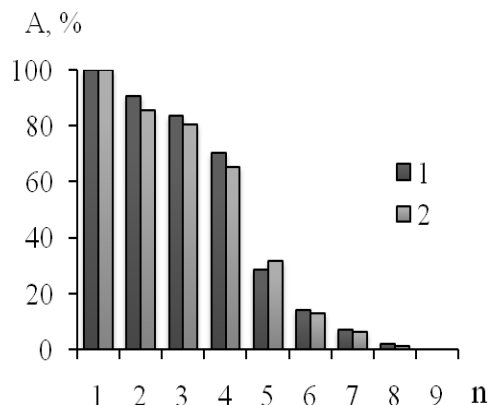


Рисунок 6. Кратность использования иммобилизованной β -фруктофуранозидазы (1) и α -L-фукозидазы (2) в реакции гидролиза субстрата: A – активность иммобилизованного фермента (% от максимальной); n – количество реакционных циклов

Остаточную активность измеряли периодически сначала 2-4 раза в неделю, затем каждые 1-2 мес. При условиях хранения полученных биокатализаторов в холодильной камере наблюдалось незначительное снижение каталитической активности иммобилизованных ферментов по истечении 4-6 месяцев (до 70 % активности), что свидетельствует об эффективности предложенных способов иммобилизации.

В результате было установлено, что данные способы иммобилизации являются простыми и эффективными для получения гетерогенных биокатализаторов на основе иммобилизованных гликозидаз. В таких биокатализаторах отсутствуют токсические сшивающие реагенты, которые могут оказывать дезактивирующее действие на ферментативную активность, поэтому ферменты сохраняли высокую активность. Адсорбция ферментов на поверхности носителей прочная, так как поры носителей имеют подходящий размер, а поверхностное покрытие – соответствующую микроструктуру и химическую природу, вследствие чего полученные биокатализаторы проявляли достаточно высокую термостабильность.

Кроме того, исследования влияния иммобилизации на кратность использования ферментов показали перспективность использования полученных биокатализаторов в непрерывном режиме в нескольких реакционных циклах гидролиза субстрата.

Таким образом, были получены гетерогенные биокатализаторы β -фруктофуранозидазы и α -L-фукозидазы, отличающиеся высокой активностью, термостабильностью и кратностью использования в реакциях гидролиза субстратов.

Работа выполнена в рамках НИОКР по программе У.М.Н.И.К. (ГК №11720p/17208 от 05.04.2013).

ЛИТЕРАТУРА

1 Корнеева О.С. Карбогидразы: препаративное получение, структура и механизм действия на олиго- и полисахариды. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2001. 184 с.

2 Luther K.B., Haltiwanger R.S. Role of unusual O-glycans in intercellular signaling // The International Journal of Biochemistry & Cell Biology. 2009. V. 41. P. 1011–1024.

3 Санина Т.В. и др. Исследование бифидогенной активности фукозы и ее полимеров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2011. № 1. С. 141-143.

4 Черенков Д.А. и др. Фукоза: биологическая роль, пути получения и применение // Биотехнология. 2010. № 6. С. 63-71.

5 Intra J., Cenni F., Perotti M.-E. An a-L-Fucosidase Potentially Involved in Fertilization Is Present on Drosophila Spermatozoa Surface // Molecular reproduction and development. 2006. V. 73. P. 1149–1158.

6 Черенков Д.А., Анохина Е.П., Кирьянова С.В., Корнеева О.С. Антиоксидантная активность продуктов гидролиза природных полимеров (маннана и фукоидана) // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. №1. С. 151-153.

7 Кретович В. Л. Основы биохимии растений. М.: Высшая школа, 1986. 547 с.

8 ГОСТ 10896-78. Иониты. Подготовка к испытанию. Введен 01.01.1980. М.: ИПК Издательство стандартов, 1991. 7 с.

9 Dische Z., Shettles L. B. A specific color reaction of methylpentoses and a spectrophotometric micromethod for their determination // J. Biol. Chem. 1948. V. 175. № 2. P. 595-603.

10 Ермаков А.И. Методы биохимических исследований растений. Л.: Агропромиздат Ленинградское отделение, 1976. 430 с.

11 Польшалина Г.В., Чередниченко В.С., Римарева Л.В. Определение активности ферментов. Справочник. М.: ДеЛи принт, 2003. 375 с.

12 Мещерякова О.Л. и др. Иммобилизация β-фруктофуранозидазы на волокнистом носителе // Биотехнология. 2012. № 4. С. 58-62.

13 Леваньков С.В., Якуш Е.В. Адсорбционные свойства хитозана по отношению к белковым веществам // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. 2001. Т.1. С. 121-128.

14 Ушаков В. М. и др. Способ извлечения инвертазы из дрожжевых клеток в процессе их культивирования // Биотехнология. 1992. № 1. С.43-45

15 Коваленко Г. А. и др. Углеродсодержащие макроструктурированные керамические носители для адсорбционной иммобилизации ферментов и микроорганизмов. III. Биокаталитические свойства адсорбированной инвертазы // Биотехнология 2003. № 4. С. 52-62.

16 Коваленко Г.А. и др. Биокаталитические свойства адсорбированных дрожжевых мембран // Биотехнология. 2004. № 6. С. 34-45.

17 Мещерякова О.Л. и др. Сравнительная характеристика свойств свободной и иммобилизованной β-фруктофуранозидазы // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 2. С. 356.

18 Тривен М. Иммобилизованные ферменты. М.: Мир, 1987. 513 с.

REFERENCES

1 Korneeva O. S. Carbohydrate: preparative synthesis, structure and mechanism of action on oligo - and polysaccharides. Voronezh: Voronezh state University, 2001. 184 p. (In Russ.).

2 Luther K.B., Haltiwanger R.S. Role of unusual O-glycans in intercellular signaling. The International Journal of Biochemistry & Cell Biology, 2009, vol. 41, pp. 1011–1024.

3 Sanina T.V. et al. The study bifidogenic activity fucose and its polymers. Herald of the Voronezh state University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy, 2011, no. 1, pp. 141-143. (In Russ.).

4 Cherenkov D. A. et al. Fucose: biological role, ways of production and utilization. Biotechnology, 2010, no. 6, pp. 63-71. (In Russ.).

5 Intra J., Cenni F., Perotti M.-E. An a-L-Fucosidase Potentially Involved in Fertilization Is Present on Drosophila Spermatozoa Surface. Molecular reproduction and development, 2006, vol. 73, pp. 1149–1158.

6 Cherenkov D. A., Anokhina E. P., Kiryanova S. V., Korneeva O. S. Antioxidant activity of the hydrolysis products of natural polymers (mannan and fucoidan). Herald of the Voronezh state University of engineering technologies, 2012, no. 1, pp. 151-153. (In Russ.).

7 Kretovich V. L. Fundamentals of biochemistry. M.: Higher school, 1986. 547 p. (In Russ.).

8 GOST 10896-78. Ion exchangers. Preparation for the test. Introduced 01.01.1980. M: IPC standards Publishing house, 1991. 7 p. (In Russ.).

9 Dische Z., Shettles L. B. A specific color reaction of methylpentoses and a spectrophotometric micromethod for their determination. J. Biol. Chem, 1948, vol. 175, no 2, pp. 595-603.

10 Ermakov A. I. Methods of biochemical studies of plants. L.: Agropromizdat Leningrad branch, 1976. 430 p. (In Russ.).

11 Polygaline G.V., Cherednichenko V. S., Rimareva L. V. Determination of enzyme activity. The Handbook. M: Delhi print, 2003. 375 p. (In Russ.).

12 Meshcheriakova O. L. et al. Immobilization of β -fructofuranosidase on the fibrous carrier. Biotechnology, 2012, no. 4, pp. 58-62. (In Russ.).

13 Levenkov S. V., Iakush E. V. Adsorption properties of chitosan with respect to protein substances. Proceedings of the Pacific research fisheries center, 2001, no 1, pp. 121-128. (In Russ.).

14 Ushakov V. M. et al. Method of extraction of invertase from yeast cells in the process of their cultivation. Biotechnology, 1992, no. 1, pp. 43-45. (In Russ.).

15 Kovalenko G. A. et al. Carbon-containing microstructurally ceramic media for adsorptive immobilization of enzymes and microorganisms. III. Biocatalytic properties of adsorbed invertase. Biotechnology, 2003, no. 4, pp. 52-62. (In Russ.).

16 Kovalenko G. A. et al. Biocatalytic properties of adsorbed yeast membranes. Biotechnology, 2004, no. 6, pp. 34-45. (In Russ.).

17 Meshcheriakova O. L. et al. Comparative characteristics of the properties of free and immobilized β -fructofuranosidase. Modern problems of science and education, 2012, no. 2, pp. 356. (In Russ.).

18 Trevin M. Immobilized enzymes. M.: Mir, 1987. 513 p. (In Russ.).

УДК 663.12

Доцент Г.П. Шуваева, профессор О.С. Корнеева,
доцент О.Ю. Мальцева, доцент Т.В. Свиридова
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра биохимии и биотехнологии. тел. (473)2555557
E-mail: gpschuvaeva@mail.ru

Assistant Professor G.P. Shuvaeva, professor O.S.Korneeva,
assistant Professor O.Iu. Maltseva, assistant Professor T.V. Sviridova,
(Voronezh State University of Engineering Technologies) Department of biochemistry and
biotechnology. phone (473) 2555557
E-mail: gpschuvaeva@mail.ru

Получение, свойства и применение инулиназы *Saccharomyces cerevisiae* ВГШ-2

Production, properties and application of *Saccharomyces cerevisiae* VGSh-2 inulinase

Реферат. В работе представлены экспериментальные данные по кислотной и термической инактивации высокоочищенной инулиназы (2,1-β-D-фруктанфруктано-гидролаза, КФ 3.2.17) дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* расы ВГШ-2. Продуцент получен методом индуцированного мутагенеза и депонирован в музей чистых культур кафедры биохимии и биотехнологии ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ВГУИТ). Клетки исходной культуры (*S. cerevisiae* р. XII) ступенчато подвергались действию ультрафиолетового излучения (УФЛ) и УФЛ в комплексе с химическим мутагеном (этиленимином). Культуру выращивали методом жидкофазного глубинного культивирования на несменяемой питательной среде. Экспериментально подобраны условия выделения инулиназы разной степени очистки. Выявлены зависимости активности фермента от действия физико-химических факторов (рН и температуры), определены численные значения основных кинетических констант: K_m и V_{max} . Методом инфракрасной-спектроскопии изучена структура молекулы фермента: определены тип и относительное количество элементов вторичной структуры фермента, установлены группы активного центра энзима, связывающие субстрат. Проведена сравнительная оценка отдельных ферментных препаратов по степени гидролиза инулина, содержащегося в топинамбуре, и сравнительная оценка рас дрожжей *S. cerevisiae* ВГШ-2 и *S. cerevisiae* XI по способности к последующему его сбраживанию. Установлены оптимальные условия ферментативного гидролиза полисахарида (инулина). Проведены исследования по сбраживанию крахмалсодержащего сырья дрожжами рас *S. cerevisiae* ВГШ-2 и *S. cerevisiae* XI. Установлено, что использование культуры *S. cerevisiae* ВГШ-2 для сбраживания зернового сусла и экстракта из топинамбура позволяет увеличить выход этанола по сравнению с контрольной расой, улучшить качественные показатели продукта, а так же прогнозировать перспективу её внедрения в пищевой промышленности для получения этанола из зернового и инулинсодержащего сырья.

Summary. Experimental data on an acid and thermal inactivation of a high refined inulinase (2,1-β-D- fructanfructanohydrolase, KF 3.2.17), produced by the race of *Saccharomyces cerevisiae* VGSh-2 yeast are presented. The strain of *S. cerevisiae* VGSh-2 was produced by the method of the induced mutagenesis and deposited to the collection of pure cultures of the chair of biochemistry and biotechnology of Voronezh state university of engineering technologies. The cells of source culture (*S. cerevisiae* XII) were affected step-by-step by the ultra-violet radiation (UFR) and UFR in a complex with a chemical mutagen (etilenimine). The culture was grown up by the method of liquid-phase deep cultivation on a constant nutrient medium. Refining conditions for inulinase are sorted out. Activity of enzyme dependence on physical and chemical factors (pH and temperature) is obtained and numerical values of the main kinetic constants – K_m and V_{max} are determined. The structure of enzyme molecule is studied by an infrared-spectroscopy method: the type and relative quantity of elements of secondary structure of protein are defined. Substrate binding groups of the active center of an inulinase are found. The comparative analysis of the ability to hydrolysis of inulin in several enzyme preparations from Jerusalem artichoke and to the subsequent their fermentation by the VGSh-2 and XI *S. cerevisiae* yeasts is carried out. Optimum conditions of enzyme hydrolysis of inulin are selected. Research of the fermentation process of starch-containing raw materials by yeasts of VGSh-2 and XI races is done. It is established that the using of VGSh-2 *S. cerevisiae* yeast for a grain wort and the Jerusalem artichoke fermentation, allows to increase an extraction of ethyl alcohol comparing to control race, to improve its quality characteristics, and also allows to predict the using of new race in the food industry for production ethanol from grain raw materials and a fermentation of inulin containing raw materials.

Ключевые слова: ферментные препараты, протеолитическая активность, инулин, инулиназа, *Saccharomyces cerevisiae*

Keywords: nutrient medium, hydrolysis, producer, fermental preparations, inulin, inulinase, *Saccharomyces cerevisiae*.

© Шуваева Г.П., Корнеева О.С.,
Мальцева О.Ю., Свиридова Т.В., 2014

Дрожжи *S. cerevisiae* широко используются в различных отраслях пищевой промышленности.

Новый штамм *S. cerevisiae* ВГШ–2 получен методом индуцированного мутагенеза и депонирован в музей чистых культур кафедры биохимии и биотехнологии ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» ВГУИТ [1]. Клетки исходной культуры (*S. cerevisiae* р. XII) ступенчато подвергались действию ультрафиолетового излучения (УФЛ) и УФЛ в комплексе с химическим мутагеном (этиленмином).

Дрожжи *S. cerevisiae* ВГШ–2 нацело сбраживают мальтозу, глюкозу, сахарозу, частично – галактозу. Не сбраживают лактозу, арабинозу, рамнозу, целлобиозу, трегалозу, мелибиозу, рибозу, рибит, D-маннит. Ассимилируют инулин; характерно максимальное потребление сахарозы. Незначительно ассимилируют галактозу.

Из источников азота потребляют аспарагиновую кислоту, метионин, глутаминовую кислоту, аргинин, лейцин, валин, треонин; не способны употреблять триптофан, гистидин, пролин, фенилаланин.

Хорошо растут на различных питательных средах. На глюкозно-пептонном дрожжевом агаре рост по штриху обильный, консистенция пастообразная, цвет штриха белый, слегка кремоватого оттенка. Клетки крупные, яйцевидные. На сусло-агаре рост также обильный, колонии белого, слегка кремового цвета, консистенция плотная, с гладкой поверхностью, рост равномерный, клетки крупные, овальные.

На синтетической среде с 0,5 % $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 4 % глюкозы, 0,5 % дрожжевого экстракта, 0,1 % KH_2PO_4 ; 0,05 % $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0,01 % $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,01 % NaCl рост умеренный, клетки крупные, слегка округлые.

На питательной среде с использованием экстракта топинамбура генеративная активность культуры возрастает (накопление биомассы увеличивается на 35 – 50 %).

Температурный интервал роста 10–40 °С, с оптимумом 34 °С, интервал pH 3,5 – 5,0 с оптимумом 4,2. Время выращивания 24 – 36 ч.

S. cerevisiae ВГШ–2 проявляет высокую ферментативную активность: мальтазная 7,8 ед/г; зимазная – 42,0 ед/г, содержание трегалозы 16,0 %, активность β -фруктофуранозидазы в 2,5–3,0 раза больше по сравнению с активностью исходного штамма; синтезирует инулиназу, что позволяет использовать данную расу дрожжей для сбраживания различного вида сырья, как сахаро- и крахмалсодержащего, так и инулинсодержащего [1].

Способность расы ВГШ–2 синтезировать инулиназу выгодно отличает её от других рас этого вида и позволяет прогнозировать использование в бродильных производствах при переработке инулинсодержащего сырья.

Фермент инулиназа (2,1- β -D-фруктанфруктано-гидролаза, КФ 3.2.17) в течение ряда последних лет привлекает пристальное внимание как энзимологов, так и биотехнологов.

Наиболее актуальными являются такие вопросы исследований как расшифровка структуры фермента, влияние различных физико-химических факторов на конформацию этой структуры и связанных с ней механизмов активации и инактивации фермента; идентификация функциональных групп каталитического центра, расшифровка механизма катализа. Решение этих вопросов внесёт большой практический вклад в рациональное использование ферментных препаратов разной степени очистки в интенсификацию биотехнологических процессов.

Нами изучалась структура инулиназ, синтезируемых продуцентами различных таксономических групп, исходя из предположения, что ферменты должны обладать сходным механизмом действия, как следствие общей структуры их активных центров, и специфичностью.

Сведений о физико-химических свойствах инулиназ из различных источников: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Sporidiobolus* вполне достаточно. Было показано, что ферменты, полипептидные последовательности которых при наложении их друг на друга практически совмещались, обладали различной субстратной специфичностью. Различие в специфичности обусловлено небольшими изменениями в строении «кармана», связывающего боковую цепь аминокислоты.

Ряд исследователей считают [2, 3], что общим для большинства ферментов является способность субстрата связываться с их активным центром двумя или большим числом точек. Подобные многоточечные комплексы способствуют тому, что полипептидные цепи белка-фермента, особенно боковые группы аминокислотных остатков, не зафиксированы слишком жестко и подвижны. Многоточечный характер фермент-субстратного взаимодействия в сочетании с повышенной микровязкостью активного центра приводит к практически полной диффузной неподвижности молекул субстрата и уменьшению энтропии. Молекула субстрата переходит из водного окружения в окружение, созданное аминокислотными остатками, оказываясь в поле сильных электрических взаимо-

действий между реагентами, вносящими существенный вклад в энергетику ферментативного катализа. В комплексообразовании участвуют, как правило, функциональные группы белка, которые не принимают участия в последующей химической модификации молекул субстрата. Конформационное изменение пространственной структуры фермента происходит без изменения первичной структуры.

Выдвинуто предположение, что инулиназа действует по механизму одиночной цепи, начинающейся с концевой звена молекулы субстрата [3].

В предыдущих исследованиях нами изучались некоторые свойства энзима [4-7], однако, с точки зрения промышленного использования фермента в бродильных производствах, инулиназа *Saccharomyces cerevisiae* ВГШ-2 изучена недостаточно.

Объектом исследования служили селекционированные на кафедре микробиологии и биохимии ГОУВПО ВГТА дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* ВГШ-2. Чистую культуру дрожжей поддерживали на агаризованном пивном неохмеленном сусле. Дрожжи культивировали жидкофазным способом на несменяемой питательной среде в колбах емкостью 500 см³ на шейкер-культиваторе Infors, частота вращения 120 об/мин, уровень аэрации 1,4 г О₂/дм³; температура 32-34°C; pH 4,8; объем питательной среды 100 см³; время культивирования 24 ч.

По окончании выращивания биомассу отделяли центрифугированием, промывали водой и отпрессовывали до влажности 75%.

Активность инулиназы определяли редуциновым методом по реакции Селиванова, используя инулин (Spofa, Прага).

При определении активности инулиназы учитывали содержание редуцирующих веществ, освобождающихся в процессе гидролиза субстрата под действием фермента. Редуцирующие сахара определяли двумя методами: Сомоджи-Нельсона и Бертрана.

За единицу инулиназной активности принималось количество фермента, которое катализирует образование 2 мМ редуцирующих веществ за 1 мин в стандартных условиях.

В ходе очистки инулиназы применяли Сефадекс Д-25 (для освобождения фермента от низкомолекулярных примесей и разделения с близкими по размерам белковыми молекулами). При заполнении колонки [(1,5 x 25) см] наблюдались 3 зоны: слой осевшего геля, слой форсирующегося геля, зона чистого растворителя. Раствор фермента (3 x 10⁻⁴ М) в объеме 3 см³ в ацетатном буфере (pH 4,5) наносили на поверхность геля. По мере впитывания раствора, поверхность

геля дважды промывали равными объемами элюента, после чего вели элюирование. Скорость элюции составила 1 см³ за 5 мин. В качестве элюирующей среды использовали 0,1 М ацетатный буфер (pH 4,5). Содержание белка во фракциях определяли методом Лоури.

Для анализа инулиназы методом инфракрасной спектроскопии (ИКС) в качестве носителя была выбрана таблетка из KBr. Измерения производили с помощью многофункционального ИК-спектрофотометра SPECORD M-80 (Германия).

При исследовании бродильной активности дрожжей продуцент культивировали на средах различного состава: зерновом сусле и экстракте топинамбура.

Инокулят получали в анаэробных условиях путем последовательных пересевов с увеличением объема среды: крахмалистое сусло и экстракт топинамбура с концентрацией сухих веществ, соответственно, не менее 18 % и 12-14%. На первой стадии культивирования использовали солодовое сусло с концентрацией сухих веществ (СВ) 8-10%; на второй – 10-12% или смесь солодового сусла и экстракта из топинамбура в соотношении 1:1; на третьей – 12-15% или соотношение солодового сусла и экстракта из топинамбура 1:2.

Подготовку топинамбура к сбраживанию осуществляли следующим образом: измельченные клубни смешивали с водой (гидро модуль 2 : 1), подвергали тепловой обработке при температурах 93-95 °С в течение 40 минут [8]. Для осахаривания использовали ферментный препарат Fructozyme, который вносили в количестве 2 ФЕ на 1 г условного инулина. Гидролиз проводили при естественном значении pH среды самого топинамбура и температуре 55 °С. Параллельно осуществляли сбраживание топинамбура без предварительной тепловой обработки. Для сравнения в работе проводились эксперименты по сбраживанию зернового сусла, прошедшего традиционную для отрасли обработку, т.е. измельчение, разваривание, осахаривание, гидро модуль 1:3.

Концентрация сухих веществ сусла составляла 16 %, сбраживаемых углеводов – 14,5 г/100 см³, начальная pH 5,2. Дрожжи вносили в количестве 10 % к объему сбраживаемых проб. Сусло сбраживали при температуре 34 °С – для расы ВГШ – 2, и 30 °С для XII расы в качестве контроля.

Бражку опытных проб исследовали по общепринятым показателям качества [9], а также по определению содержания этанола и летучих примесей методом хроматографического анализа на колонке HP FFAP 50 m 0,32 mm. Ход брожения контролировали по газовыделению.

В зрелой бражке определяли активную кислотность потенциметрически, титруемую кислотность выражали в см³ NaOH с массовой долей 1 моль/дм³ на 20 см³ бражки, содержание растворимых несброженных углеводов и нерастворенного инулина – фотоэлектрокалориметрическим антроновым методом [9].

При получении высокоочищенной инулиназы руководствовались общими рекомендациями по очистке ферментных препаратов [4-6].

Ранее [4] было установлено, что для получения технического препарата инулиназы можно использовать этанол, изопропиловый спирт и ацетон, но более мягко с сохранением активности воздействует этанол, что положительно в аспекте использования фермента в пищевой биотехнологии. В наших исследованиях использовали этанол и ацетон.

Биомассу из культуральной жидкости осаждали центрифугированием при 8000 об/мин в течение 15 мин. Извлечение фермента осуществляли путем дезинтегрирования клеток с помощью ультразвукового дезинтегратора УЗДН-2Т при мощности 500 Вт и частоте 22 кГц в течение 2 мин в ледяной бане. Гомогенат использовали для получения водной вытяжки (с массовой долей 10%) путем настаивания в течение 20 мин при (20 ± 2) °С и центрифугированием при 8000 об/мин в течение 10 мин.

Надосадочную жидкость (Supernatant) охлаждали до 2–4 °С и смешивали с растворителем. Характеристика препаратов, полученных осаждением различными растворителями, представлена в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

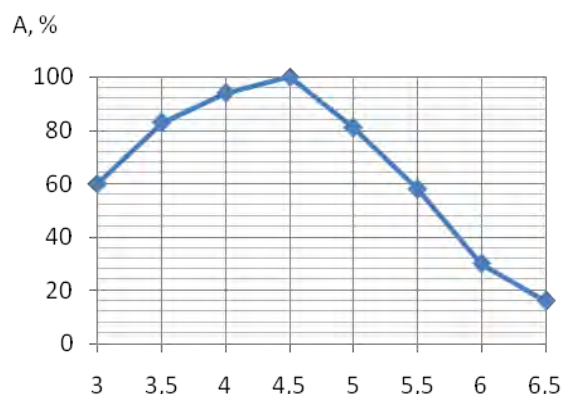
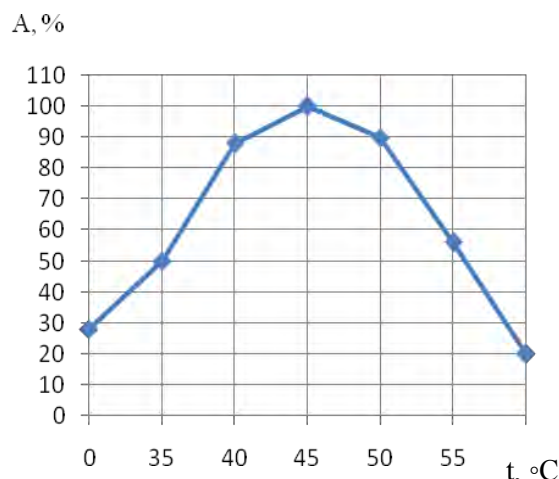
Характеристика препаратов инулиназы

S. cerevisiae ВГШ-2, полученных

с использованием различных растворителей

Содержание растворителя		Общий белок, мг/100 мл	Активность инулиназы		% выхода	Степень очистки
объемные соотношения	%		Общ. ед/см ³	Удельная ед/мг белка		
Этанол						
1:1,5	57,6	213,5	672,3	3,15	81,5	1,7
1:2,0	64,0	198,4	684,1	3,50	83,0	1,9
1:2,5	68,5	157,2	735,6	4,68	89,2	2,5
1:3,0	72,0	130,9	520,1	3,45	63,1	1,8
Исх. выт-ка	0	439,8	824,5	1,87	100	0
Ацетон						
1:1,5	57,6	280,3	451,3	1,61	61,1	1,1
1:2,0	64,0	251,4	579,4	1,76	78,5	1,2
1:2,5	68,5	234,5	448,4	1,91	60,7	1,3
1:3,0	72,0	197,6	380,3	2,32	51,5	1,5
Исх. выт-ка	0	496,1	738,5	1,51	100	0

Оба растворителя осаждают фермент монотонно с последовательным увеличением их концентрации в растворе, увеличивая выход энзима. Однако наиболее полное (89,2 %) осаждение инулиназы наблюдается при действии этанола с концентрацией в смеси 68,5 %, удельная активность при этом возрастает в 2,5 раза. Изучение зависимости каталитической активности инулиназы от температуры и pH показали (рисунки 1, 2), что фермент достаточно термостабилен: при 60 °С сохраняется 20 % активности от исходной её величины. Температурный оптимум находится в пределах 43–46 °С. Кривая pH-активности имеет характерную для многих ферментов колоколообразную форму с максимумом 4,5–4,7. Кривая несимметрична: в области pH 3,0 – 4,5 она имеет пологий подъем, а в щелочной зоне – крутой спад. Возможно, это связано с изменением функциональных групп активного центра в результате протеолиза и, как следствие, с изменением его структуры в целом. Интересно отметить, что оптимальное значение pH сохраняется при всех концентрациях субстрата.

Рисунок 1. Изменение каталитической активности инулиназы *S. cerevisiae* ВГШ-2 в зависимости от pHРисунок 2. Изменение активности инулиназы *S. cerevisiae* ВГШ-2 в зависимости от температуры

По методу двойных обратных величин (Лайнуивера-Берка) были рассчитаны основные кинетические константы гидролиза инулина спиртоосаждённым препаратом «инулоцеревицином Г10Х»: K_m и V_{max} (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Основные кинетические константы реакции гидролиза инулина «инулоцеревицином Г10Х»

рН	Константы реакции гидролиза	
	$K_m, (x10^{-7})M$	$V_{max}, \text{мкмоль х мг/мин}$
3,0	2,02±0,14	4,95±0,22
3,5	3,54±0,08	5,22±0,31
4,0	1,90±0,17	8,71±0,19
4,5	1,26±0,20	10,02±0,22
4,7	1,17±0,07	7,03±0,36
5,0	1,93±0,09	7,11±0,17
5,5	2,89±0,08	5,18±0,22
6,0	2,01±0,11	3,17±0,39

Построив графики зависимости $\lg V_{max}$ от рН; pK_m от рН; $\lg \frac{V_{max}}{K_m}$ от рН были получены

значения pK - константы ионизации групп активного центра (pK_{E1} и pK_{E2}), а также константы ионизации функциональных групп фермента, влияющих на его активность (pK_{ES1} , pK_{ES2} : $pK_{E1}=3,74$; $pK_{E2}=4,95$; $pK_{ES1}=3,95$; $pK_{ES2}=5,42$).

Полученные данные не противоречат литературным [7], что позволяет предполагать о наличии определённого сходства в составе активных центров ферментов, независимо от источника их выделения и происхождения продуцента.

Полученный ферментный препарат «инулоцеревицин Г10Х» использовали для осахаривания экстракта из топинамбура и в сравнении с применяемыми в отрасли отечественными ферментными препаратами – пектофоетидин П10х, экспериментальным – инулоаваморин П10х, ферментными препаратами Fructozyme и Viscozyme. На основании выполненных работ установлено, что наиболее эффективные ферментные препараты подвергают гидролизу экстракт топинамбура с массовой долей инулина 12 % при рН 5,5 и температуре 55 °С. Продолжительность гидролиза 40 минут.

Как видно из таблицы 3, наибольшую инулиназную активность имеет Fructozyme, вследствие чего для осахаривания сусла из топинамбура использовали именно этот ферментный препарат.

Результаты исследований по влиянию дозировки ферментного препарата на эффективность сбраживания экстракта топинамбура представлены в таблицах 4 и 5. Очевидно, что

наиболее рациональная дозировка ферментного препарата, с технологической и экономической точек зрения – 2 ФЕ/г инулина.

Т а б л и ц а 3

Характеристика ферментных препаратов, применяемых для осахаривания экстракта из топинамбура

Наименование ФП	Инулиназная активность, ед/см ³	Условия гидролиза		РВ, %
		рН	t, °С	
Ксилоглюконофетидин П10Х	1400	4,7	55	–
Пектофоетидин П10Х	600	4,75	60	–
Инулиназа <i>K. marxianus</i>	9260	5,0	55	3,2
Инулиназа <i>A. awamori</i>	800	4,2	60	4,3
Инулиназа <i>S. cerevisiae</i> ВГШ-2	735,6	4,6	45	4,1
Fructozyme LTM	2360	5,5	55	4,5
Viscozyme	257	5,0	50	1,5

Анализ данных по изучению влияния продолжительности брожения на выход этилового спирта показал, что наибольший выход спирта наблюдался в опытных образцах, брожение которых протекало в течение 72 ч. Сокращение продолжительности брожения до 60 ч приводило к незначительному снижению выхода этанола (0,5-1,0 %), что позволило впоследствии ограничиться временем 60 ч.

Т а б л и ц а 4

Влияние дозировки ферментного препарата Fructozyme LTM на процесс брожения

Дозировка ФП (ФЕ/г субстрата)	Кислотность в конце брожения		Несброженные сахара, %	Нерастворенный инулин, %	Концентрация этанола, об. %
	титруемая	активная			
0,5	0,14	4,5	0,24	0,6	5,80
1,0	0,34	4,5	0,05	0,44	6,10
2,0	0,38	4,63	0,15	0,16	6,20
3,0	0,43	4,34	0,13	0,63	5,70
10	0,44	4,50	0,24	0	6,25
без фермента	0,26	4,85	0,24	0,75	4,25

Сусло из пшеницы сбраживали в течение 48 ч.

Была изучена способность дрожжей *S. cerevisiae* ВГШ-2 сбраживать среды различного состава. Как показали исследования, независимо

от состава среды культивирования засевных дрожжей, наибольший выход этанола наблюдается при сбраживании экстракта топинамбура. Максимальный выход продукта наблюдается при их выращивании на среде, содержащей экстракт из топинамбура, полученный с применением Fructozyme LTM при дозировке 2 ФЕ/г инулина с термообработкой (таблица 5).

Т а б л и ц а 5

Физико-химические показатели сбраживания экстракта топинамбура дрожжами *S. cerevisiae* ВГШ-2

Показатели	Дозировка Fructozyme LTM, ФЕ/г инулина			
	С термообработкой		Без термообработки	
	1	2	1	2
Несброженные сахара, г/100 см ³	0,04	0,05	0,07	0,06
Несброженный инулин, г/100 см ³	0,02	0	0,05	0,04
Нерастворенный инулин, г/100 см ³	0,21	0,15	0,18	0,16
Выход спирта, дал/т условного инулина	54,57	57,14	30,9	43,43

При разработке технологического режима производства спирта одним из важнейших показателей является качество готовой продукции. В связи с этим полученные пробы были исследованы на содержание микропримес-

ных соединений. Содержание побочных продуктов брожения определяли методом газовой хроматографии. Результаты газохроматографического анализа бражек из топинамбура и пшеницы представлены в таблица 6.

Как видно из таблицы 6, качественные составы примесей бражки в опытных образцах идентичны, однако количественное содержание побочных продуктов при этом заметно отличается.

В образцах, полученных с использованием расы дрожжей *S. cerevisiae* ВГШ-2, суммарное содержание примесных соединений на 8-10 % меньше, чем при использовании промышленного штамма *S. cerevisiae* XI.

В результате эксперимента установлено, что накопление этанола в зерновых пробах при сбраживании их *S. cerevisiae* ВГШ-2 на 7-11 % выше, чем при использовании контрольной промышленной расы (*S. cerevisiae* XI).

Таким образом, использование дрожжей *S. cerevisiae* ВГШ-2 для сбраживания зернового сусла и экстракта топинамбура позволяет увеличить выход этанола по сравнению с контрольной расой, улучшить его качественные показатели, а также прогнозировать перспективу её внедрения в пищевой промышленности для получения этанола из зернового и инулинсодержащего сырья.

Таблица 6

Содержание микропримесных соединений в спирте-сырце при различных условиях брожения

Наименование компонента	Группа примесей	Раса дрожжей				
		<i>S. cerevisiae</i> ВГШ-2			<i>S. cerevisiae</i> XI (с водно-тепловой обработкой)	
		Зерновое сусло с водно-тепловой обработкой	Экстракт топинамбура		Экстракт топинамбура	Зерновое сусло
			с водно-тепловой обработкой	без водно-тепловой обработки		
Этиловый эфир, мг/л	эфир	-	-	-	17,451	-
Ацетальдегид, мг/л	альд.	3,21	25,475	263,92	550,81	1,6
Ацетон, мг/л	кетон	-	0,6594	0,774	-	-
Метилацетат, мл/л	сл. эф.	-	-	2,6309	-	-
Этилацетат, мг/л	сл. эф.	1,34	16,145	19,43	1,7195	2,90
Метанол, мг/л	% об.	-	0,0262	0,0255	0,0782	-
Пропанол-1, мг/л	сив.м.	7,42	259,48	72,842	325,78	6,08
Пропанол-2, мг/л	сив.м.	-	-	-	-	-
Изобутанол, мг/л	сив.м.	7,61	75,379	59,069	125,92	18,76
Бутанол, мг/л	сив.м.	-	2,2897	1,9056	3,8249	-
Изоамилол, мг/л	сив.м.	25,0	240,08	77,75	224,91	43,1
Гексанол, мг/л	сив.м.	-	0,3575	4,3099	7,9909	-
Сумма	сив.м.	40,0	577,5	215,88	688,42	67,94

ЛИТЕРАТУРА

1 Пат. № 2147034, RU, 7 C12 N 1/16, C12 R 1:865. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* ВГШ-2 для бродильных производств / Шуваева Г.П., Гарманова Е.Л., Мальцева О.Ю. № 98121097/13; Заявл. 2000132175; Опубл. 27.03.2000, Бюлл. № 9.

2 Singh R. S., Singh R.P. Production of Fructooligosaccharides from Inulin by Endoinulinases and Their Prebiotic Potential // Food Technol. Biotechnol. 2010. vol.48. no 4. P. 435–450.

3 Корнеева О.С. Карбогидразы: препаративное получение, структура и механизм действия на олиго- и полисахариды. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2001. 184 с.

4 Шуваева Г.П., Рутковская Т.Р. Особенности инулиназ продуцентов различных таксономических групп // Сб. статей «Организация и регуляция физиолого-биохимических процессов». Воронеж. 2008. № 19. С. 292-295.

5 Рутковская Т.Р., Шуваева Г.П., Корнеева О.С. Инулиназа дрожжей *S.cerevisiae* ВГШ-2. Препаративное получение и некоторые физико-химические свойства // Фундаментальные исследования. 2010. № 10. С. 17-25.

6 Шуваева Г.П., Рутковская Т.Р., Корнеева О.С. Исследование физико-химических свойств инулиназы дрожжей *S. cerevisiae* ВГШ-2 // Вопросы современной науки и практики. 2010. Вып.11. Т.31. № 10-12. С. 60-64

7 Шуваева Г.П., Рутковская Т.Р., Корнеева О.С. Исследование молекулярной структуры инулиназы *Saccharomyces cerevisiae* // Материалы 111 Межд. н-т конф. «Инновационные технологии и оборудование для пищевой пром-ти (приоритеты развития), Воронеж, 22-24 сентября. 2009. Т. 2. С. 30-32.

8 Вагабов М-З. В. и др. Интенсификация процесса гидролиза инулинсодержащего сырья с целью получения этанола // Хранение и переработка сельхозсырья. 2006. № 2. С. 43-45.

9 Фертман Г.И., Шойхет М.И. Химико-технологический контроль спиртового и ликеро-водочного производства. М.: Пищевая пром-сть, 1975. 440 с.

REFERENCES

1 Shuvaeva G. P., Garmanova E.L., Maltseva O. Iu. *Saccharomyces cerevisiae* VGSh-2 yeast for fermentative productions. Patent RF, no. 2147034, 2000. (In Russ.).

2 Singh R. S., Singh R.P. Production of Fructooligosaccharides from Inulin by Endoinulinases and Their Prebiotic Potential. Food Technol. Biotechnol, 2010, vol.48, no 4, pp. 435–450.

3 Korneeva O. S. Carbohydrases: preparative production, structure and the mechanism of action on oligo-and polysaccharides. Voronezh: Voronezh State University, 2001. 184 p. (In Russ.).

4 Shuvaeva G. P., Rutkovskaia T.R. The features of inulinase producers of various taxonomical groups. "Organization and Regulation of physiological and biochemical Processes". Voronezh, 2008, no. 10, pp. 292-295. (In Russ.).

5 Rutkovskaia T.R., Shuvaeva G. P., Korneeva O. S. Inulinases of *S.cerevisiae* VGSh-2 yeast. Preparative production and some physical and chemical properties. Basic researches, 2010, no. 10, pp. 17-25. (In Russ.).

6 Shuvaeva G. P., Rutkovskaia T.R., Korneeva O. S. Research of physical and chemical properties of an inulinase of VGSh-2 *S. cerevisiae* yeast. Questions of modern science and practice, 2010, issue 11, vol.31, no. 10-12, pp. 60-64. (In Russ.).

7 Shuvaeva G. P., Rutkovskaia T.R., Korneeva O. S. The study of molecular structure of an inulinase of *Saccharomyces cerevisiae*. Materials of international conf. "Innovative technologies and equipment for a food industry (development priorities), Voronezh, September 22-24. 2009, vol. 2, pp. 30-32. (In Russ.).

8 Vagabov M-Z. V. et al. An intensification of process of hydrolysis of inulin containing raw materials for ethanol production. Storage and processing of agricultural raw materials, 2006, no. 2, pp. 43-45. (In Russ.).

9 Fertman G. I., Shoykhet M. I. Chemical and technological control of alcohol and beverage production. Moscow, Food industry, 1975. 440 p. (In Russ.).

УДК 338.262.3

Заведующий кафедрой А.И. Хорев

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга

E-mail: gnu_iniish@mail.ru

ведущий экономист Т.В. Лутченко

(ОАО «Концерн «Созвездие»)

E-mail: orderly@yandex.ru.

Head of department A.I. Khorev

(Voronezh state university of engineering technology) Department of economic security and financial monitoring

E-mail: gnu_iniish@mail.ru

lead economist T.V. Lutchenko

(JSC "Concern" Sozvezdie ")

E-mail: orderly@yandex.ru.

Сущность стратегии развития предприятия, входящего в интегрированную структуру

The essence of strategy development company in the integrated structure

Реферат. В начале статьи определена целесообразная последовательность рассмотрения сущности стратегии развития предприятия, входящего в интегрированную структуру. Затем рассмотрены отдельно понятия «стратегии», «развитие предприятия» и «интегрированная структура» применительно к предприятиям, входящим в интегрированную структуру, в отличие от стратегий развития автономно работающих предприятий. Применительно к понятию сущности стратегии развития предприятия, входящего в интегрированную структуру, установлены функции, которые должна выполнять подобная стратегия. Затем определены шесть стадий, характеризующих порядок разработки стратегии развития предприятия, входящего в интегрированную структуру. Приведенный в статье анализ позволил дать комплексное определение понятия сущности стратегии развития предприятия, входящего в интегрированную структуру. В соответствии с комплексным определением стратегии развития определено ее место в иерархической структуре стратегий, состоящей из трех видов. Стратегия развития предприятия, входящего в интегрированную структуру, так же как и стратегия развития автономного предприятия, является конкурентной стратегией и разделяется на стратегии лидерства по издержкам, дифференциации и фокусирования на издержках. Отдельными авторами исследуются также стратегия оптимизации издержек. В соответствии с комплексным определением стратегии и ее местом в иерархической структуре в статье определены функции, выполняемые корпоративными, конкурентными и функциональными стратегиями в процессе управления предприятиями в интегрированной структуре. В статье приводятся характеристики применяемых стратегических решений на разных уровнях всех трех типов стратегий. Проведенные исследования позволяют предприятиям, входящим в интегрированную структуру, определить свое место в интегрированной структуре и характер взаимоотношений с руководством этой структуры в процессе разработки и реализации своих стратегий развития.

Summary. In the beginning of the article is defined a rational sequence of the consideration of the nature of the strategy of a company development, included into an integrated structure. Further the article describes the following items separately: "a strategy", "a development of a company", and "an integrational autonomous", applying them to companies included to the integrated structure; separating them from a strategy of development of an autonomous company. The article defines functions which such strategy must define, taking into consideration the nature of the strategy of the company development, included into an integrated structure. Next, the article defines six steps which describe a sequence of development of the strategy of the company development, included into an integrated structure. The analysis which is defined in the article allows determining a complete definition of essence of the strategy of the company development, included into an integrated structure. The article also defines a place of the strategy of development into the hierarchical structure of the strategies. The strategy of the company development, included into an integrated structure (as well as the strategy of development of an autonomous company) -- is a competition strategy, and it separates "strategy of leadership for costs", "differentiation strategy", and "strategy of focusing for costs". Also authors are analyzed the strategy of the cost optimization. According to the complex definition of the strategy, and the strategy's place inside the hierarchical structure, the article defines functions which corporate, competitive, and functional strategies execute during the management of companies inside an integrational structure. The article presents characteristics of applied strategic decisions at different levels of all three types of strategies. The article's researches allow companies included to the integrated structure define their place inside the integration structure, and a character of communication with the direction of this structure during the process development and implementation of their own strategy.

Ключевые слова: стратегия, интегрированная структура

Keywords: strategy, integrated structure

Для определения сущности столь сложного понятия как стратегия развития предприятия, входящего в интегрированную структуру, есть смысл рассмотреть отдельно сущность понятий «стратегия», «развитие предприятия» и понятие «интегрированная структура». Рассмотрение сущности стратегии развития предприятия, входящего в интегрированную структуру (ИС), целесообразно провести и следующей последовательности:

- определить содержание сущности понятия стратегии развития предприятия, входящего в ИС;
- определить в квалификации стратегий по уровням управления иерархической структуры место стратегии развития предприятия, входящего в ИС;
- определить функции, которые должны быть заложены в стратегии предприятий, входящих в ИС;
- определить характер принимаемых стратегических решений на разных уровнях классификаций.

Рассмотрим понятие стратегии применительно к предприятиям, входящим в ИС. По мнению авторов ни одно из многочисленных определений стратегий автономно действующих предприятий не раскрывает полностью содержания понятия стратегия предприятия, входящего в ИС, хотя ближе всего к этому понятию подходит формулировка М. Портера, суть которой состоит в том, что стратегия является искусством создания отличий от конкурентов, умением достигать конкурентных преимуществ и поддерживать их. К данному определению стратегии следует добавить уточнение, связанное с тем, что конкурентные преимущества могут быть получены предприятиями за счет его вхождения в ИС путем обнаружения взаимосвязей с другими предприятиями, входящими в ИС, действующими в смежных сферах деятельности, что отразится на снижении издержек, или дифференциации продукции.

В связи с этим сущность стратегии развития предприятия, входящего в ИС, должна выражаться по реализуемым функциям в следующих положениях:

1. Стратегия предприятия определяет направления его развития, согласованные с корпоративной стратегией и стратегиями предприятий этой структуры.
2. Стратегия предприятия координирует усилия всех его подразделений для достижения поставленных в ней целей.
3. Стратегия отражает отличительные особенности предприятия за счет его вхождения в ИС.

4. Стратегия должна быть скоординирована как с корпоративной, так и стратегиями предприятий этой структуры в части установления взаимосвязей.

5. Стратегия должна содержать мероприятия, поддерживающие конкурентные преимущества в долгосрочной перспективе.

Что касается сущности понятия «развитие предприятия», входящего в ИС, то оно должно строиться на основе оценок стратегических альтернатив развития, вырабатываемых руководством предприятия. Существует два пути развития предприятия: экстенсивный и интенсивный. Не вдаваясь в общеизвестные определения этих путей, применительно к предприятию, входящему в ИС интенсивный путь развития, связанный с изменением стратегического мышления руководства предприятия, с быстрой реакцией на изменение конъюнктуры рынка, с максимальным удовлетворением потребителей, с налаживанием взаимосвязей с другими предприятиями ИС, с решением проблем обеспечения квалифицированным персоналом.

Что касается понятия «интегрированная структура», то в условиях России оно появилось сравнительно недавно. Если американские концерны основаны на полном владении предприятиями, то западноевропейские и японские концерны состоят из формально независимых предприятий, управляемых головной компанией, которая владеет контрольным пакетом их акций. По такому принципу построено большинство ИС России, в том числе ИС концерн «Созвездие», ИС концерн «Автоматика», ИС концерн «Алмаз-Антей» и др.

Если корпоративная стратегия ИС, занимающейся многими видами бизнеса, связана с определением общего направления развития, то стратегия предприятия, входящего в ИС, определяет, каким образом ему следует действовать в конкурентной среде в рамках своего сегмента, чтобы добиться успеха. Сущность стратегии развития предприятия, входящего в ИС, определяется, по мнению авторов, по содержанию шестью стадиями, тесно связанными между собой:

1. Определение целей.
2. Выявление направлений и масштабов деятельности, т.е. широта сегментов, занимаемых предприятием, смежных с деятельностью ИС.
3. Установление причин, по которым целевые потребители станут предпочитать продукцию данного предприятия.
4. Определение конкурентных преимуществ как за счет внутренних источников, так и за счет вхождения в ИС.

5. Интеграция деятельности предприятия с потребителями, поставщиками и партнерами по бизнесу в части использования аутсорсинга, проведения совместных работ, использования интеграции «вперед» и «назад» и т.д.

6. Осуществление взаимосвязей с предприятиями ИС, работающими в смежных сферах деятельности для снижения затрат и увеличения дифференциации продукции.

Проведенный анализ определений «стратегия предприятия», «развитие предприятия» и «интегрированная структура» позволяет определить сущность понятия «стратегия развития предприятия, входящего в ИС». Суть вышеизложенного определения сводится к следующей формулировке: «стратегия развития предприятия, входящего в ИС, – это искусство создания отличий от конкурентов, служащих основой для достижения конкурентных преимуществ и способов их долгосрочной поддержки как за счет собственных усилий предприятия,

так и, за счет вхождения в ИС путем согласованных действий как с другими предприятиями ИС, так и с материнской компанией». В соответствии с приведенным выше определением сущности понятия «стратегия предприятия, входящего в ИС», есть все основания определить место подобной стратегии развития в классификации стратегий, наиболее широко применяемых на практике. В соответствии с классификацией стратегий по уровням иерархической структуры стратегии разделяются на четыре группы:

- главная – корпоративная стратегия ИС;
- стратегия развития предприятий, входящих в ИС;
- функциональные стратегии подразделений, входящих в предприятия;
- стратегии отдельных групп сотрудников.

Приведенная выше классификация по уровням стратегий представлена на рисунке 1.

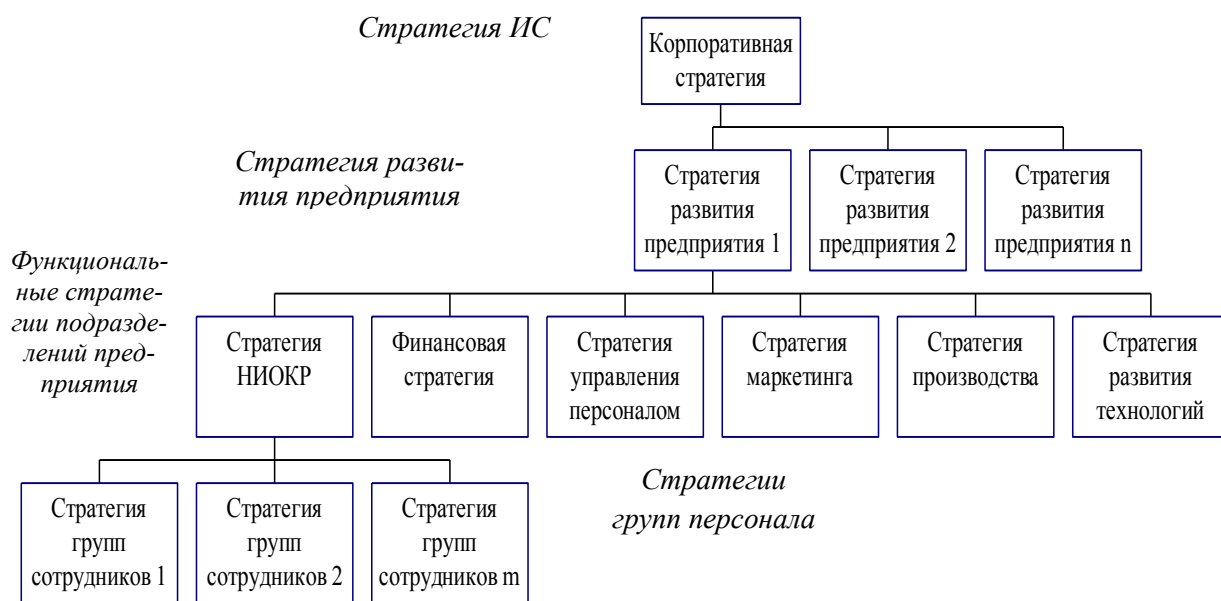


Рисунок 1. Классификация по уровням стратегии

В данной статье не рассматриваются стратегии групп сотрудников поскольку вопрос их формирования, наделения функциями в условиях России находится в начальной стадии освоения.

Использование принципа иерархичности построения стратегий означает, что процесс стратегического планирования начинается с разработки базовой стратегии, понимаемой как основной курс действий по реализации приоритетных целей развития ИС в рамках имеющихся ресурсов предприятий и материнской компании. Базовая стратегия разрабатывается для ИС в целом. Западными специалистами подобная стратегия называется корпоративной стратегией. По типу

развития корпоративные стратегии разделяются на стратегии роста, стабилизации и сокращения. Эти стратегии разделяются на следующие виды: концентрации, интеграции (прямая, обратная), диверсификации, реструктуризации, ликвидации, банкротства и т.д. По гинерическим (видовым) типам стратегии разделяются на три вида: лидерство по издержкам, дифференциация и фокусирование на издержках или дифференциации. Иногда используется стратегия оптимизационных издержек. Функциональные стратегии разрабатываются для поддержания реализации как стратегии развития предприятия, так и корпоративной стратегии. Разновидности всех трех типов стратегий представлены на рисунке 2.

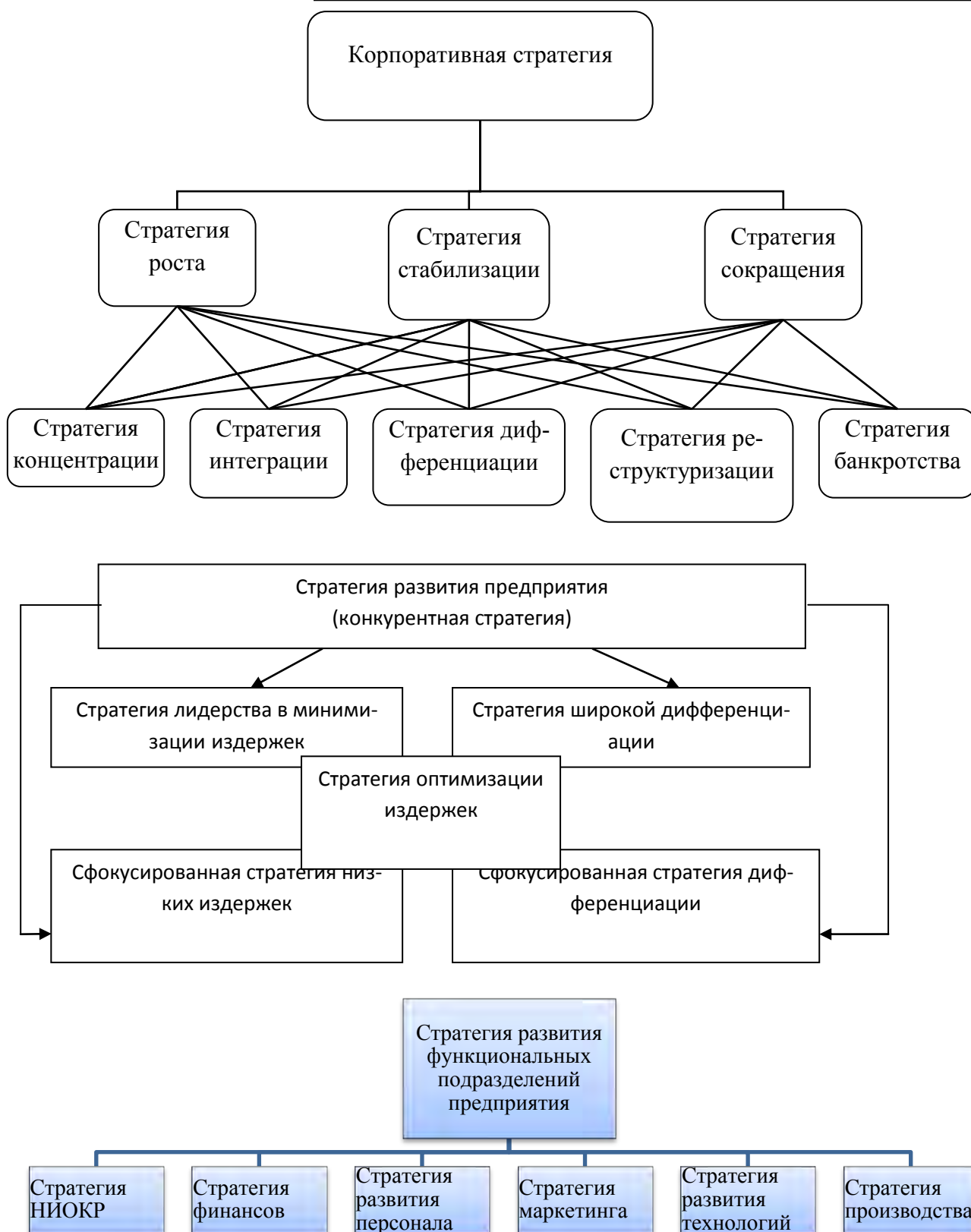


Рисунок 2. Разновидности всех трех типов стратегий.

Взаимосвязи корпоративной стратегии, стратегий развития предприятий и функциональных стратегий по выполняемым функци-

ям, по мнению авторов, можно представить в виде, изображенном на рисунке 3.



Рисунок 3. Выполняемые функции, заложенные в стратегиях различных уровней

На разных уровнях стратегий принимаются стратегические решения, характеризующиеся разной степенью ответственности. Типы принимае-

мых стратегических решений на рассмотренных уровнях стратегий применительно к ИС концерн «Созвездие» представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Характеристики стратегических решений на разных уровнях стратегий

Характеристики	Уровни стратегий		
	Корпоративная	Стратегия развития предприятия	Функциональная
Прибыль	Значительная	Средняя	Невысокая
Издержки	Значительная	Средняя	Умеренная
Риск	Значительная	Средняя	Низкий
Гибкость	Высокая	Средняя	Низкая
Кооперация	Значительная	Умеренная	Небольшая
Временной период	Длительный	Средняя	Короткий
Приспособляемость	Низкая	Средняя	Высокая
Тип	Концептуальный	Смешанный	Операционный
Связь с текущей деятельностью	Инновационная	Смешанная	Дополняющая

В результате проведенного в статье анализа можно сделать следующие выводы:

1. Определено понятие сущности стратегии развития предприятия, входящего в

ИС, а также выявлены тесно между собой связанные стадии, характеризующие сущность такой стратегии.

2. Выявлены особенности выполняемых функций, которые должны быть заложены в стратегии развития предприятий, входящих в ИС, включая:

– развитие материальных и нематериальных взаимосвязей между предприятиями, а также между ними и материнской компанией;

ЛИТЕРАТУРА

1 Портер М. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость. М.: Альпина бизнес Букс, 2006.

2 Петров А. Стратегический менеджмент: Учебник для ВУЗов. 2012.

3 Фазй Л., Рендел Р. Курс МВА по стратегическому менеджменту. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.

– установление источников получения предприятиями конкурентных преимуществ;

– использование предприятием преимуществ материнской компании: аспирантуры, базы данных по НИОКР, снабжению, маркетингу и т.д.

REFERENCES

1 Porter M. Konkurentnoe preimushchestvo: Kak dostich' vysokogo rezul'tata i obespechit' ego ustoichivost' [Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. Trans. from English]. Moscow, Alpina Business Books, 2006. (In Russ.).

2 Petrov A. Strategicheskii menedzhment [Strategic Management], 2012. (In Russ.).

3 Faei L., Rendel R. Kurs MVA po strategicheskomu menedzhmentu [MBA course on strategic management]. Moscow, Alpina Business Books, 2007. (In Russ.).

УДК 338.2 (021); 65.050

Профессор И.М. Подмолодина

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра теории экономики, товароведения и торговли
тел. (473) 255-63-17

аспирант О.И. Авцинов

(Московский гос. социальный ун-т) кафедра теории экономики, товароведения и торговли.
тел. (473) 255-38 75

E-mail: podmin@mail.ru

Professor I.M. Podmolodina

(Voronezh state university of engineering technology) Department of theory of economic,
merchandizing and trade. phone (473) 255-63-17

graduate O.I. Avtsinov

(Moscow State Social University) Department of Theory of Economics, Commodity and Trade
phone (473) 255-38 75)

E-mail: podmin@mail.ru

Повышение инвестиционной привлекательности региона: опыт Воронежской области

Increase the investment attractiveness of the region: the experience of the Voronezh region

Реферат. В статье уточняется взаимосвязь понятий инвестиционный климат, инвестиционная привлекательность, инвестиционная активность. Установлено, что инвестиционная активность является результирующим признаком инвестиционной привлекательности. Инвестиционная привлекательность субъекта РФ обусловлена усилиями региональных властей в направлениях улучшения инвестиционного климата в регионе; совершенствования правовых норм для работы отечественных и иностранных инвесторов; разработки стимулов для активизации инвестиционной деятельности. В статье обосновываются меры инвестиционной политики, которые должны содействовать достижению целей инвестиционной стратегии посредством реализации инвестиционных программ. К приоритетам инвестиционной политики региона относится создание кластеров, развитие отраслей агропромышленного комплекса, увеличение объемов производства по выпуску импортозамещающей продукции. Привлекательность Воронежской области обусловлена выгодным геополитическим положением, большой емкостью рынка сбыта, ее кадровым и научным потенциалом. Активизацию инвестиционной деятельности в Воронежской области во многом определяет специальная организация «Агентство по инвестициям и стратегическим проектам». Инвестиционная активность в регионе стимулируется за счет развития индустриальных парков, на территории которых реализуются крупные инвестиционные проекты мировых производителей. Воронежская область имеет богатый опыт по привлечению потенциальных инвесторов и работе с ними. В статье рассматривается совокупность предпочтений, предоставляемых инвесторам, четкость и прозрачность действующего механизма их получения, что способствует повышению инвестиционной привлекательности Воронежской области. Дается обзор реализованных и заявленных к реализации инвестиционных проектов. В статье отмечается, что дальнейшее повышение инвестиционной привлекательности Воронежской области связано с совершенствованием нормативно-правовой базы; развитием инфраструктуры для реализации инвестиционных проектов; формированием финансовых механизмов привлечения инвестиций; поддержкой продвижения на рынок инновационной продукции; созданием благоприятных тарифных условий для инвестиционной деятельности; кадровым обеспечением инвестиционного процесса.

Summary. The paper clarifies the relationship of concepts investment climate, investment attractiveness, investment activity. It has been established that investment activity is a sign of effective investment attractiveness. Investment attractiveness of the subject of the Russian Federation due to the efforts of the regional authorities in the areas of improving the investment climate in the region; improvement of legal norms for domestic and foreign investors; developing incentives for investment activity. The article substantiates the investment policy measures that should contribute to the objectives of the investment strategy through implementation of investment programs. The priorities of the investment policy in the region include the creation of clusters, the development of branches of agriculture, increase the volume of production of import-substituting products. The attractiveness of the Voronezh region due to its favorable geopolitical location, large capacity market, its personnel and scientific potential. Investment activity in the Voronezh region largely determines the special organization "Agency for Investment and Strategic Projects." Investment activity in the region is stimulated by the development of industrial parks in the territory of which the large investment projects world producers. Voronezh region has rich experience in attracting potential investors and working with them. The article discusses a set of preferences granted investors, clarity and transparency of the existing mechanism of their production, thereby increasing the investment attractiveness of the Voronezh region. Provides an overview of realized and announced for implementation of investment projects. The article notes that further increase the investment attractiveness of the Voronezh region is associated with the improvement of legal and regulatory framework; development of infrastructure for the implementation of investment projects; Formation of financial mechanisms to attract investment; support to market innovative products and services; creation of favorable tariff conditions for investment; staffing of the investment process.

Ключевые слова: инвестиционная привлекательность, инвестиционный климат, инвестиционная активность, инвестиционный проект, принципы инвестиционной политики.

Keywords: investment attractiveness, investment climate, investment activity, investment project, investment policy principles.

© Подмолодина И.М., Авцинов О.И., 2014

Успешное развитие регионов России во многом определяется инвестиционной стратегией, которая способствует формированию привлекательных условий для деятельности инвесторов. Эти условия создаются усилиями органов региональной власти по следующим направлениям:

- 1) улучшение инвестиционного климата в регионе;
- 2) формирование правовых норм для работы отечественных и иностранных инвесторов на территории региона;
- 3) разработка стимулов для активизации инвестиционной деятельности.

Россия – страна межрегиональных экономических, социальных и политических различий, поэтому потенциальный инвестор только при наличии достаточной информации об инвестиционной среде региона может принять решение об инвестициях [1].

Региональные различия включают размер потребительского рынка, развитость инфраструктуры, квалификацию рабочей силы, особенности региональной инвестиционной политики и методы ее реализации, а также тарифы на коммунальные услуги, специфика налогообложения, доступ к финансовым услугам и т.д. [2].

При этом ключевые пропорции общественного воспроизводства в стране формируют не иностранные, а отечественные инвесторы, и не в интересах мирового рынка, а в национально-государственных интересах страны. [3]

Инвестиционная привлекательность является обобщенным факториальным критерием компонент инвестиционного климата региона. Она представляет собой совокупность различных объективных признаков, средств, возможностей и ограничений, определяющих инвестиционную активность в нем [1].

Инвестиционный климат субъекта федерации России представляет собой исторически сложившийся комплекс факторов, формирующих инвестиционную привлекательность региона и, как ее результат – масштаб привлечения инвестиций, активность инвесторов [5].

Таким образом, инвестиционная активность – это результативный признак инвестиционной привлекательности. Инвестиционная активность региона характеризует интенсивность привлечения инвестиций в его основной капитал.

Инвестиционную привлекательность и инвестиционную активность в регионе предопределяет реализуемая инвестиционная политика, имеющая цели, задачи, механизмы осуществления, позволяющая определить приоритетные направления инвестиционной деятельности.

К приоритетам развития промышленных предприятий относится создание кластеров, позволяющих содействовать развитию сопутствующих отраслей. Использование кластерного подхода обусловлено необходимостью создания высокотехнологичных производств в регионе и внедрение инновационных технологий для преодоления технико-технологического отставания. Это способствует увеличению объемов производства и выпуску импортозамещающей продукции. Вхождение в состав кластеров крупных российских и мировых концернов может способствовать созданию производства экспортоориентированной продукции, выходу ее на мировые рынки [1].

Экономическим приоритетом Воронежской области является развитие предприятий агропромышленного комплекса, которое направлено на технологическое перевооружение сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, организацию сотрудничества с научно-исследовательскими учреждениями, создание экологически чистого импортозамещающего продукта, удовлетворяющего потребностям потребителей, укрупнение перерабатывающих производств сельскохозяйственных производителей на основе межхозяйственной кооперации и интеграции (создание отраслевых кластеров), совершенствование логистической инфраструктуры [4].

Привлекательность Воронежской области, в первую очередь, обусловлена выгодным геополитическим положением. Она находится в непосредственной близости от столицы – 500 км, на пересечении транспортных коридоров «Север – Юг» и «Запад – Восток» и имеет развитую транспортную инфраструктуру. По Воронежской области проходит Юго-Восточная железная дорога, крупные автомобильные трассы федерального значения: Москва – Новороссийск, Москва – Астрахань, Курск – Саратов, позволяющие связать Воронеж с Северным Кавказом, Поволжьем, Украиной и восточной частью страны. В регионе имеется международный аэропорт, речное судоходство, обеспечивающее связь по р. Дон с Азовским, Каспийским и Черным морями. Это определяет значимость Воронежской области и ее деловую активность [6].

Важным условием привлекательности для инвесторов является большая емкость рынка сбыта. Предприятия, действующие в Воронеже, реализуют свою продукцию на территории, на которой проживает 50 млн. человек.

Ключевым фактором инвестиционной привлекательности Воронежской области является ее кадровый и научный потенциал.

Треть населения имеет высшее образование. В ВУЗах области обучается более 133 тысячи студентов, что позволяет ей занять 2-е место в Центральном федеральном округе. Вузы Воронежа тесно сотрудничают с работодателями, в том числе с крупнейшими компаниями. На базе ВГУ действует восточно-европейский центр Сименс. Многие вузы имеют кафедры на крупных российских предприятиях (Вкуснотеево, Сибур, Балтика, Минудобрения и др.).

Активизация инвестиционной деятельности в Воронежской области во многом определяется деятельностью государственного бюджетного учреждения «Агентство по инвестициям и стратегическим проектам», которое оказывает содействие российским и иностранным компаниям в развитии бизнеса на территории Воронежской области. Оно подбирает площадки для размещения производства; ведет сопровождение инвестиционных проектов; способствует решению возникающих проблем в реализации инвестиционных проектов с органами государственной власти и отраслевыми организациями [6].

В Воронежской области компаниям, реализующим инвестиционные проекты в регионе, предоставляется государственная (областная) поддержка, имеющая следующие формы:

- льготы по региональным налогам, отсрочки, рассрочки уплаты налогового кредита и инвестиционного налогового кредита;
- льготные условия пользования землей;
- льготные условия аренды помещений, находящегося в областной собственности;
- реструктуризация задолженности по кредитам и займам и платежам в областной бюджет;
- информационное сопровождение инвестиционной деятельности;
- помощь в разработке инвестиционного проекта;
- предоставление гарантий за счет объектов областного залогового фонда и средств областного бюджета;
- субсидии из областного бюджета на оплату части процентов за пользование кредитами российских кредитных организаций, привлекаемых в рамках программ развития;
- предоставление бюджетных кредитов;
- софинансирование за счет средств областного бюджета строительства объектов социальной и инженерной инфраструктуры.

Таким образом, инвестиционная привлекательность Воронежской области обусловлена совокупностью преференций, предоставляемых инвесторам Правительством области, при этом следует отметить обеспечение четко-

сти и прозрачности действующего механизма получения преференций.

Инвестиционная активность в регионе стимулируется за счет развития промышленных парков. Промышленный парк - это территория с развитой инфраструктурой, необходимой для функционирования предприятия. Строительство инфраструктуры парка обеспечивается за счет средств бюджета Правительства Воронежской области.

На территории Воронежской области развиваются три промышленных парка. Они имеют удобные подъездные пути, высокий уровень развития инженерных коммуникаций, необходимое тепло-, энерго-, водо- и газоснабжение объектов. Специализация промышленных парков определяется «точками роста» региона, это отрасли которые реализуют конкурентные преимущества Воронежской области. Таким образом, в настоящее время действуют промышленные парки: машиностроения и металлообработки («Масловский»), агропромышленной направленности («Бобровский») и строительной индустрии («Хохольско-Семилукский») [6].

В промышленных парках реализуются крупные инвестиционные проекты мировых производителей - Армакс (строительство логистического комплекса) и Сименс (производство трансформаторов высокого и среднего напряжения).

Привлекательным условием для инвесторов является реализации крупных инвестиционных проектов в регионе. Воронежская область имеет богатый опыт по привлечению потенциальных инвесторов и работе с ними. На территории Воронежской области успешно реализованы следующие проекты:

- создание производственного центра информационных технологий Сименс в г. Воронеж;
- строительство пивоваренного завода «Балтика» с объемом инвестиций 900 млн. руб.;
- строительство 6-го и 7-го энергоблоков Нововоронежской атомной электростанции (131 млрд. руб.);
- реализация проекта компании Евроцемент Групп (объемом инвестиций в 3,4 млрд. руб.);
- маслоэкстракционного завода полного цикла ООО «Бунге СНГ» (16 млрд. руб.);
- создание животноводческого комплекса ОАО «Группа Черкизово» (7,9 млрд. руб.) [6].

В 2012 году созданы животноводческие комплексы компаний «АГРОЭКО», «Агроресурс-Воронеж», «Заречное» с объемом инвестиций более 18 млрд. рублей; предприятие по производству мяса птицы ООО «ЛИСКО Бройлер»; производство термоэластопластов «Синтезкаучук».

В настоящее время реализуются масштабные проекты по созданию животноводческих комплексов и мясоперерабатывающего завода компании «ТённиесФляйш» (объем инвестиций 18,5 млрд. руб.), строительство завода объемно-блочного домостроения «Выбор-ОБД» с объемом инвестиций 1,8 млрд. руб.; производственный комплекс «Ангстрем» с объемом инвестиций -1,6 млрд. руб.; производство волоконно-оптической компании «ОФС-Связьстрой-1» с объемом инвестиций 900 млн. руб.. Заявлено более 30 проектов на общую сумму около 3 млрд. руб., среди которых достаточно крупные - строительство сахарного завода и мукомольного комбината, а также животноводческие проекты [4].

Все вышеназванные мероприятия, реализованные в Воронежской области, позволили обеспечить динамику объема инвестиций, темп роста которых составил в 2010 г. 125,3 %, в 2011 г. - 112,3 %, в 2012 г. - 111,1 %. Таким образом, инвестиции в экономику области в 2012 году увеличились в 1,6 раза по сравнению в 2009 годом (по Российской Федерации - в 1,3 раза) [4]. Это предопределило лидирующие позиции Воронежской области по темпам роста привлеченных инвестиций не только в ЦФО, но и по стране в целом.

Инвестиционная политика Воронежской области в основана на следующих принципах:

- равенство - недискриминирующий подход при взаимодействии органов государственной власти и субъектов предпринимательской и инвестиционной деятельности;
- вовлеченность - участие инвесторов в принятии решений, влияющих на социально-экономическое развитие региона;
- прозрачность - доступность документированной информации органов власти области;
- лучшие практики - ориентация административных процедур и регулирования на лучшую практику взаимодействия субъектов Российской Федерации с субъектами инвестиционной деятельности.

Инвестиционная политика Воронежской области включает меры по повышению инвестиционной привлекательности региона по следующим направлениям:

- совершенствование нормативно-правовой базы;
- развитие инфраструктуры для реализации инвестиционных проектов;
- формирование финансовых механизмов привлечения и поддержки инвестиций;
- поддержка продвижения на рынок инновационной продукции;

- создание благоприятных тарифных условий для инвестиционной деятельности;

- кадровое обеспечение инвестиционного процесса.

Первое направление предполагает разработку нормативных документов, расширяющих возможности предоставления мер государственной поддержки для инвесторов в Воронежской области, оказания поддержки при возведении объектов инженерной инфраструктуры, что, несомненно, будет способствовать дальнейшему развитию промышленных парков и технопарков, увеличению реализации «особо значимых» инвестиционных проектов, программ развития агропромышленного комплекса в регионе.

Важное значение для Воронежской области имеет совершенствование нормативной базы, направленной на разработку механизмов финансирования инвестиционных проектов. Таким механизмом является государственно-частное партнерство. Он предусматривает взаимодействие государства и частных инвесторов, распределение риска между сторонами, формы участия государства в финансировании бизнес-проектов.

Вышеназванное направление включает совершенствование механизмов взаимодействия различных структур органов исполнительной власти при подготовке и реализации инвестиционных проектов в регионе, что будет способствовать сокращению сроков подготовительных и согласовательных процедур. Формирование в органах местного самоуправления структур ответственных за привлечение инвестиций.

Ключевой мерой инвестиционной политики является формирование базы данных, отражающей в сети Интернет оперативную связь инвесторов и правительства Воронежской области, результаты прохождения инвестиционными проектами регламентных процедур, перечня инвестиционных предложений.

Второе направление мер инвестиционной политики предполагает разработку эскизных и рабочих проектов новых промышленных парков; формирование кластерных образований; развитие транспортной инфраструктуры.

Финансовые механизмы привлечения и поддержки инвестиций предполагают процедуры подписания соглашений между инвестором и финансовыми организациями: инвестиционными и венчурными фондами, банками, иностранными государственными инвестиционными агентствами, лизинговыми компаниями, что будет способствовать созданию предпосылок для инновационного развития региона, активизации научного потенциала вузов,

привлечения студентов для научно-исследовательских разработок в бизнес-инкубаторах Воронежской области [4].

Большое внимание в Воронежской области уделяется инновационной составляющей инвестиционного развития. Это предполагает поддержку субъектов малого и среднего инновационного предпринимательства, предоставление им субсидий. В настоящее время реализуется целевая программа «Развитие инновационной деятельности в Воронежской области на 2011-2015 годы» с общим объемом финансирования 4,1 млрд. рублей. Правительство Воронежской области способствует развитию технопарков «Содружество», «Митэм», «Калининский», «Космос-Нефть-Газ», коммерциализации научных разработок.

В Воронежской области в сфере инновационного развития до 2020 года определены следующие целевые индикаторы:

- рост удельного веса инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции инновационно-активных предприятий, осуществляющих технологические инновации, до 26 %;

- увеличение уровня инновационной активности организаций до 16,4 %;

- рост ежегодного количества выдаваемых патентов на изобретения до 1200 единиц и полезные модели до 400 единиц [4].

Достижение названных показателей будет характеризовать регион как прогрессивный и инвестиционно активный.

Таким образом, реализация инвестиционной политики, включающая вышеперечисленные меры, способствуют превращению Воронежской области в один из самых привлекательных регионов России, ее экономическому развитию, и содействует созданию благоприятного инвестиционного климата в стране.

ЛИТЕРАТУРА

1 Воронин В.П., Подмолодина И.М., Семенов С.В., Кустов Д.А. Привлечение инвестиций в экономику Российской Федерации: монография. Воронеж: ООО Фирма «Элист», 2009.

2 Подмолодина И.М., Куликова Е.В. Иностранные инвестиции: учебное пособие. Воронеж: ВГТА, 2011.

3 Подмолодина И.М. Иностранные инвестиции и их роль в российской экономике // Финансы. Экономика. Стратегия. 2006. №12. С. 16

4 Послание губернатора Воронежской области А.В. Гордеева Воронежской областной Думе и исполнительным органам государственной власти области «Инвестиционный климат и инвестиционная политика Воронежской области».

5 Шульгина Л.В., Подмолодина И.М. Региональный инвестиционный климат // Финансы. Экономика. Стратегия. 2008. № 5. С. 8-9.

6 Пять причин инвестировать в Воронежскую область. Департамент экономического развития Воронежской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://econom.govvrn.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=121&Itemid=248.

REFERENCES

1 Voronin V.P., Podmolodina I.M., Semenenko S.V., Kustov D.A. Privlechenie investitsiy v ekonomiku RF [Attracting investments into the Russian economy: monograph]. Voronezh: Elista, 2009. (In Russ.).

2 Podmolodina I.M., Kulikova E.V. Inostranye investitsii [Foreign investment]. Voronezh, VGTA, 2011. (In Russ.).

3 Podmolodina I.M. Foreign investments and their role in the Russian economy. *Finansy. Ekonomika. Strategiya*. [Finance. Economy.Strategy], 2006, no. 12, pp. 16. (In Russ.).

4 Poslanie gubernatora Voronezhskoi oblasti A.V. Gordeeva Voronezhskoi oblastnoi Dume i ispolnitel'nyim organam gosudarstvennoi vlasti oblasti "Investitsionnyi klimat i investitsionnaya politika Voronezhskoi oblasti" [Message from the Governor of Voronezh Region A. Gordeeva the Voronezh region-term Duma and the executive bodies of state authority "Investment climate and investment policy of the Voronezh region"]. (In Russ.).

5 Shulgina L.V., Podmolodina I.M. Regional investment climate. *Finansy. Ekonomika. Strategiya*. [Finance. Economy.Strategy], 2008, no. 5, pp. 8-9. (In Russ.).

6 Piat' prichin investirovati v Voronezhskuiu oblast' [Five reasons to invest in the Voronezh region. Department of Economic Development of the Voronezh area]. Available at: http://econom.govvrn.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=121&Itemid=248. (In Russ.).

УДК 332.1:658.5.011(075)

Доцент Н.А. Серебрякова

(Воронежский государственный университет инженерных технологий) кафедра, теории экономики, товароведения и торговли, доктор экономических наук доцент. тел. 89107497142

E-mail: nad.serebryakova@mail.ru

доцент Е.В. Симонова

(Орловский государственный институт экономики и торговли) кафедра истории, философии, рекламы и связей с общественностью. тел. (4862) 43-08-31

E-mail: jezzi@mail.ru

Associate Professor NA Serebriakova

(Voronezh State University of Engineering Technology) Department of economic theory, Commodity and Trade. phone 89107497142,

E-mail: nad.serebryakova@mail.ru

associate Professor E.V. Simonova

(Orel state institute of economy and trade) Department of stories, philosophies, advertizing and public relations. phone (4862) 43-08-31

E-mail: jezzi@mail.ru

Направления совершенствования конкурентной политики на основе развития контрактных форм совместной деятельности малого и крупного бизнеса

The directions of improvement of a competition policy on the basis of development of contract forms of joint activity of small and large business

Реферат: Анализ зарубежной экономической теории и практики антимонопольного регулирования, принципов российского гражданского права и антимонопольного законодательства, позволяет сформулировать ряд основных принципов и подходов к оценке влияния различных видов контрактных отношений на эффективность использования общественных ресурсов, благосостояние потребителей и конкурентную среду, в этом и заключается основа исследования, представленная в данной статье. Поддержка конкуренции гарантируется Конституцией Российской Федерации, является одной из основ конституционного строя Российской Федерации, а также постоянным приоритетом государственной политики, этим подтверждается актуальность темы исследования. Развитие конкуренции в экономике - это многоаспектная задача, решение которой в значительной степени зависит от эффективности проведения государственной политики по широкому спектру направлений: от макроэкономической политики, создания благоприятного инвестиционного климата, включая развитие финансовой и налоговой системы, снижение административных и инфраструктурных барьеров, до защиты прав граждан и национальной политики. В связи с комплексностью задачи необходим динамичный этапный подход к проведению работ по развитию конкурентной политики в связи с развитием контрактных форм совместной деятельности малого и крупного бизнеса в Российской Федерации и формированию соответствующих направлений. Для исследования авторами исследования избраны следующие методы: статистический метод, метод отнесения к ценности, сравнительный метод, системный подход, исторический метод и метод экономического анализа общественных отношений и права. Исследование охватывает новейшие источники в данной области, отражающие последние экономические и нормативно-правовые изменения, в частности, к ним относятся: статистические данные, экспертные оценки, нормативные правовые акты, акты судебной и административной практики, научные публикации экономистов, социологов и юристов по данной теме. Таким образом, антимонопольное регулирование должно учитывать взаимную выгоду для сторон конкретного соглашения, соотношение размеров дополнительной выгоды, получаемой от совместной деятельности крупной компанией и малой фирмой, что важно для правильной квалификации действий участников - либо как злоупотребления одним из участников соглашения своим доминирующим положением в целях ограничений конкуренции и получения монопольной прибыли, либо как антиконкурентного вертикального соглашения сторон.

Summary: The analysis of the foreign economic theory and practice of antimonopoly regulation, the principles of the Russian civil law and the antitrust law, allows to formulate a number of the basic principles and approaches to an assessment of influence of different types of the contract relations on efficiency of use of public resources, welfare of consumers and the competitive environment, the research basis presented in this article also consists in it. Support of the competition is guaranteed by the Constitution of the Russian Federation, is one of bases of the constitutional system of the Russian Federation, and also relevance of a subject of research is confirmed by a constant priority of a state policy it. Development of the competition in economy is a multidimensional task which decision substantially depends on efficiency of carrying out a state policy in a wide range of the directions: from macroeconomic policy, creation of favorable investment climate, including development of financial and tax system, decrease in administrative and infrastructure barriers, before protection of the rights of citizens and national policy. Due to the complexity of a task dynamic landmark approach to work on development of a competition policy in connection with development of contract forms of joint activity of small and large business in the Russian Federation and to formation of the respective directions is necessary. For research by authors of research the following methods are chosen: a statistical method, a reference method to value, a comparative method, system approach, a historical method and a method of the economic analysis of the public relations and the right. Research covers the latest sources in the field reflecting the last economic and standard and legal changes, in particular, them treat: the statistical given, expert estimates, regulations, acts of judicial and administrative practice, scientific publications of economists, sociologists and this subject lawyers. Thus, antimonopoly regulation has to consider mutual advantage for the parties of the concrete agreement, a ratio of the extent of the additional benefit received from joint activity by the large company and small firm that is important for the correct qualification of actions of participants - or as abuses of one of participants of the agreement of the dominant position for restrictions of the competition and receiving exclusive profit or as anti-competitive vertical agreement of the parties.

Ключевые слова: конкурентная политика, контрактные формы, малый и крупный бизнес

Keywords: competition policy, contract forms, small and large business

© Серебрякова Н.А., Симонова Е.В., 2014

Теоретической основой государственной политики в отношении договоров нестандартной контрактации с участием предприятий малого и крупного бизнеса в настоящее время становится теория транзакционных издержек и концепция фирмы как структуры управления.

Методической базой оценки сложных контрактов служит сравнительный институциональный анализ, позволяющий учитывать сравнительные преимущества дискретных институциональных альтернатив.

Антимонопольное регулирование как одно из направлений государственной политики должно, на наш взгляд, охватывать несколько самостоятельных аспектов влияния контрактных отношений на конкуренцию, экономическую эффективность и благосостояние потребителей: влияние нестандартной контрактации на конкуренцию на рынках продукции, услуг, на которых функционируют контрагенты; снижение благосостояния потребителей в результате монополистической деятельности вертикальных рыночных структур, возникающих на основе нестандартной контрактации; злоупотребление рыночной силой со стороны одного из контрагентов в отношении другого участника соглашения; применение участниками соглашения или другими организациями, работающими на соответствующих товарных рынках, недобросовестных форм конкуренции [1].

Эффект вертикальных ограничений как правило носит разнонаправленный характер и зависит от целей участников соглашения и от того, насколько точно и эффективно эти цели реализованы в условиях контракта. Как отмечалось выше, в зарубежной практике применения конкурентного права к контрактным отношениям в настоящее время антимонопольные органы отказались от безусловного вменения участникам вертикальных соглашений целей ограничения конкуренции и монополизации товарных рынков. Применение такого подхода предполагает, что антимонопольные органы признают возможность существования иных экономических целей у участников соглашения и, следовательно, анализ конкретных контрактов должен строиться на изучении следующих вопросов:

- какие цели декларируются участниками соглашения;
- способствуют ли данные цели повышению эффективности предпринимательской деятельности участников соглашения и общественной эффективности;
- насколько адекватно отражены декларируемые цели в условиях контракта;

– возможно ли достижение поставленных целей иными способами, кроме заключения рассматриваемого соглашения;

– возможно ли достижение поставленных целей без или с меньшими ограничениями самостоятельности участников соглашения [1].

Необоснованность контрактных ограничений с точки зрения декларируемых целей и оптимальных способов их достижения может служить основанием для того, чтобы предполагать наличие у участников соглашения иных, в том числе, антиконкурентных целей.

Например, поддержание цен при перепродаже может повысить экономическую эффективность и увеличить благосостояние потребителей, если установленный в долгосрочном контракте «потолок» розничной цены устраняет «двойную надбавку» к предельным издержкам, которая определяется сначала оптовой, а затем розничной организацией. Установление нижнего предела цены также может положительно повлиять на экономическую эффективность, если основной эффект этого ограничения – предотвращение проблемы «безбилетников» как деловой практики, которая снижает объем услуг, предоставляемых розничным продавцом (подрядчиком, франчайзи), ухудшает качество обслуживания, наносит ущерб деловой репутации поставщика. С другой стороны, если основной эффект ценового ограничения – поддержание картельных соглашений между производителями, то в результате такого вертикального ограничения общественное благосостояние снизится.

Установление эксклюзивных территорий обслуживания также может иметь положительный эффект, если это смягчает проблему «безбилетника», но, к сожалению, это может снизить не только конкуренцию внутри торговой марки, но и между различными фирмами, увеличивая рыночную власть отдельных поставщиков.

Эксклюзивные условия в вертикальных соглашениях повышают экономическую эффективность в той мере, в которой они способствуют защите инвестиций производителя в ноу-хау, но могут и негативно сказываться на общественной эффективности, если они усиливают рыночную власть поставщика, создавая барьеры на вход на рынок для потенциальных конкурентов и порождая потери, связанные с недостижением эффективного масштаба производства у конкурентов [2].

Некоторые вертикальные ограничения неценового характера могут облегчать для новых фирм доступ на рынок. Многие российские рынки в настоящее время имеют неэффективную структуру (не соответствующую

оптимальному уровню масштаба производства), высокий уровень концентрации, и важной мерой по развитию конкуренции является увеличение числа поставщиков, в том числе за счет развития на территории страны франчайзинговых сетей крупных иностранных компаний. Это является дополнительным аргументом в пользу более гибкой конкурентной политики в отношении вертикальных соглашений и гармонизации норм российского антимонопольного законодательства с правовыми установлениями зарубежных стран.

Конечный эффект вертикального соглашения, как результат суммирования разнонаправленных эффектов содержащихся в них ограничений, зависит от уровня конкуренции на соответствующих товарных рынках. Поэтому анализ должен начинаться с исследования уровня концентрации и динамики структуры товарных рынков, на которых действуют участники соглашения. Если релевантные рынки характеризуются низкой концентрацией, низкими барьерами входа и высокой конкуренцией, то антиконкурентные эффекты вертикальных ограничений, скорее всего, не проявят себя [1,2].

Если конкуренция между брендами в сфере розничной реализации продукции или услуг не настолько сильна, чтобы устранить антиконкурентные эффекты вертикальных ограничений, то необходим дополнительный анализ влияния вертикальных ограничений на экономическую эффективность.

При существовании угрозы ограничения конкуренции вследствие облегчения картельных соглашений, исследуется вопрос, достаточно ли фиксация цен перепродажи для поддержания картеля, и насколько эффективна эта мера с учетом неценовых форм конкуренции, которые могут разрушить картель [2].

В случаях, когда на основе исследования общих и специфических рыночных условий нельзя исключить возможность негативного влияния вертикальных ограничений на конкуренцию и общественную эффективность, необходимо дополнительно исследовать вопрос, в какой мере улучшение вертикальной координации повышает экономическую эффективность. Для оценки положительного влияния вертикальных ограничений на общественное благосостояние, которое может нейтрализовать негативный экономический эффект вследствие снижения конкуренции, необходимо учитывать как саму величину прироста экономической эффективности, так и наличие альтернативных способов достижения этого эффекта с меньшими ограничениями конкурентной среды [1].

Если ограничение мотивируется устранением проблемы «безбилетника», то необходимо учитывать, что эта практика является серьезной проблемой в тех случаях, когда дополнительные услуги, предоставляемые продавцом, могут существенно повлиять на объем реализации основной продукции. Кроме того, помимо вертикальных ограничений существуют иные способы разрешения соответствующей проблемы. Например, путем спецификации стандартов обслуживания в контрактах или установлением прямого наблюдения производителя за работой розничного звена. Если издержки такого прямого контроля не очень велики, то это лишает оснований доводы о необходимости введения в контракт вертикальных ограничений.

Серьезного внимания заслуживает такая мотивация вертикальных ограничений, как необходимость защиты интеллектуальной собственности производителя. Например, франчайзинговые соглашения обычно предусматривают меры, препятствующие использованию элементов ноу-хау для продажи конкурирующих товаров. Защита интеллектуальной собственности имеет долгосрочный положительный экономический эффект вследствие увеличения числа инноваций, приводящих к дифференциации продукта и методов его розничной реализации, что может оправдывать даже некоторое ограничение конкуренции и снижение экономической эффективности в краткосрочном периоде [1,2].

Когда существует угроза антиконкурентного эффекта вертикального соглашения, важным обстоятельством, которое необходимо принимать в расчет, является продолжительность контракта. Долгосрочные контракты позволяют снизить риск специфических инвестиций, связанных с контрактными отношениями, и защитить его участников от разнообразных видов оппортунистического поведения деловых партнеров. Однако долгосрочные контракты могут породить барьеры для входа на релевантные рынки новых поставщиков. Поэтому необходимо изучить вопрос, насколько длительный срок контракта оправдан необходимостью защиты трансакционно-специфических инвестиций, которые не могут быть защищены иным способом.

При выработке подходов к антимонопольному регулированию вертикальных соглашений с участием малых компаний следует, кроме уже изложенных, учитывать следующие моменты.

Дополнительный положительный эффект совместной деятельности на основе долгосрочных контрактов для малого предприятия связан с получением возможности с меньшими финансовыми затратами и риском начать бизнес, расширить деятельность, войти на новые

рынки, получить доступ к дорогостоящим объектам интеллектуальной собственности (технологиям, ноу-хау, товарным знакам и т.п.) [1].

Малое предприятие, как правило, является «слабой» стороной в соглашении, поэтому некоторые ограничительные условия контракта могут быть «навязаны» крупной компанией, не отвечая интересам малого бизнеса, перераспределять прибыль от совместной деятельности в пользу более сильного делового партнера [1,2]. В связи с этим, одной из задач антимонопольной политики становится пресечение злоупотреблений рыночной властью в рамках контрактных отношений путем навязывания контрагенту невыгодных для него условий соглашения и необоснованного ограничения его самостоятельности.

Совместная деятельность малого и крупного бизнеса на основе долгосрочных контрактов часто приводит к созданию вертикальных рыночных структур, в рамках которых отношения участников строятся на основе координации их поведения и частичного отказа от самостоятельности в принятии решений, что может оправдываться необходимостью компенсировать перераспределение предпринимательских рисков в рамках вертикальной структуры, гарантировать соблюдение партнерами договорных условий, обеспечивать защиту транзакционно-специфических инвестиций сторон в совместную деятельность и инвестиций в интеллектуальную собственность, ограничивать «оппортунистическое» поведение партнеров и недобросовестную коммерческую практику со стороны других участников рынка [1,2]. Следовательно, антимонопольное регулирование должно исходить из того, что вертикальные ограничения в контрактах могут быть оправданы задачами эффективной организации совместной предпринимательской деятельности.

Система координации и контроля в рамках совместной предпринимательской деятельности малого и крупного бизнеса может строиться на основе взаимной заинтересованности сторон во включении в контракт ограничительных условий, на принуждении участником контракта, обладающим «силой» в переговорном процессе (как правило, доминирующим на рынке предприятием), контрагентов к включению в соглашения ограничительных условий [1, 2].

Таким образом, антимонопольное регулирование должно учитывать взаимную выгоду для сторон конкретного соглашения, соотношение размеров дополнительной выгоды, получаемой от совместной деятельности крупной компанией и малой фирмой, что важ-

но для правильной квалификации действий участников либо как злоупотребления одним из участников соглашения своим доминирующим положением в целях ограничений конкуренции и получения монопольной прибыли, либо как антиконкурентного вертикального соглашения сторон.

Ограничения, содержащиеся в контрактах предприятий малого и крупного бизнеса, могут повышать или снижать благосостояние потребителей, усиливать или ограничивать конкуренцию на соответствующих товарных рынках. Следовательно, антимонопольная политика не может исходить из установления безусловного запрета или разрешения для определенных видов условий договоров нестандартной контрактации.

Оценка допустимости ограничений в рамках нестандартной контрактации должна исходить из особенностей конкретных рынков, на которых работают участники соглашения. Если анализ уровня концентрации и динамики структуры релевантных рынков показывает, что они являются (а) конкурентными, с низким уровнем концентрации (в соответствии с методическими рекомендациями федерального антимонопольного органа к низкоконтентрированным относятся рынки, для которых доля трех крупнейших компаний не превышает 45 % общего объема рыночных продаж и сумма квадратов долей всех участников рынка не превышает 1000) и высокой ценовой эластичностью спроса; (б) «растущими» (увеличение спроса, рост числа участников рынка), характеризующимися высокими темпами дифференциации продуктов, инноваций в технологиях их производства, быстрым изменением состава и долей поставщиков, то контракт не может быть признан опасным для эффективности экономической системы в целом и конкурентной среды [1, 2].

Антимонопольная политика должна строиться с учетом необходимости создания условий, снижающих возможные антиконкурентные эффекты долгосрочных соглашений предприятий малого и крупного бизнеса и обеспечивающих максимизацию экономических выгод, которые участники соглашения и общество получает в результате распространения новых контрактных форм совместной деятельности.

К числу мер, направленных на создание этих условий, относится, например, разработка и реализация системных мероприятий по развитию конкуренции и демонополизации региональных и российских рынков продукции и услуг (например, в рамках разработки программ демонополизации) [1].

Другое направление работы антимонопольных органов - обеспечение защиты участников рынка от недобросовестной конкуренции, связанной с использованием результатов интеллектуальной деятельности конкурентов (в т.ч. товарных знаков, фирменных наименований, запатентованных технологий и промышленных образцов и т.п.), получением преимуществ в предпринимательской деятельности в результате смешения с предприятием, товаром, производственной и торговой деятельностью конкурента.

Активная реализация антимонопольной политики в сфере пресечения недобросовестной конкуренции уменьшит объективную необходимость включения в соглашения условий, которые в значительной степени ограничивают стороны, исходя из задач защиты интеллектуальной собственности, от несанкционированного использования и устранения негативных эффектов, связанных с проблемой «безбилетника»; увеличит положительное влияние вертикальных соглашений на общественную эффективность и благосостояние потребителей (даже «слабые» ограничительные меры или их отсутствие не приведут к негативным последствиям, если существуют альтернативные способы защиты интересов сторон через механизмы антимонопольного законодательства, патентного и авторского права) [1].

Выработка эффективной государственной политики поддержки и защиты малого бизнеса является еще одним направлением, обеспечивающим создание условий для нейтрализации негативных эффектов и повышения экономической эффективности долгосрочных соглашений предприятий малого и крупного бизнеса.

Политика в сфере развития малого предпринимательства должна быть направлена на содействие развитию эффективных форм кооперации малого и крупного бизнеса; снижение односторонней экономической зависимости малых предприятий от крупного бизнеса; усиление позиций малого бизнеса в переговорном процессе для выработки взаимовыгодных условий долгосрочных контрактов; облегчение входа малых предприятий на новые рынки, создание и расширение бизнеса (что снижает зависимость от инвестиционной и иных видов поддержки со стороны крупного бизнеса) [1, 9].

Механизм антимонопольного регулирования должен удовлетворять требованию приемлемого уровня издержек на его реализацию, т.е. обеспечивать необходимый уровень государственного контроля и защиты от антиконкурентных соглашений при минимальных затратах общества, связанных с правопримени-

тельной деятельностью и осуществлением установленных административных процедур.

При этом издержки реализации антимонопольной политики должны учитывать не только общественные затраты на содержание и обеспечение деятельности административных органов, осуществляющих реализацию антимонопольного законодательства, но и затраты предпринимательских структур, связанные с выполнением установленных процедур, увеличением риска и неопределенности при выборе вариантов расширения бизнеса.

Снижение издержек регулирования требует от антимонопольных органов проведения оценки трудоемкости административных процедур, связанных с контролем за согласованными действиями участников рынка и пресечением антиконкурентных соглашений, статистики выявления нарушений антимонопольного законодательства в абсолютных значениях и относительно общего числа контрактов определенного типа. Снижение затрат и рисков предпринимательского сектора предполагает упрощения административных процедур, установления ясных критериев оценки контрактов [11].

Положительный эффект, с точки зрения снижения коммерческих рисков, могло бы иметь внедрение процедур «предварительного решения» (возможность участников контракта до его заключения обратиться в антимонопольные органы с запросом о его соответствии требованиям законодательства о конкуренции), по аналогии с применяемым в российском таможенном законодательстве и налоговом праве ряда зарубежных стран. Следует отметить, что речь идет именно о праве, а не об обязанности. Применение данного принципа наряду с обеспечением эффективности последующего контроля позволят «запустить» механизм самоотбора на основе добросовестного использования контрагентами частной, доступной на данный момент только им информации [1, 6-8].

Антимонопольная политика в отношении долгосрочных контрактных отношений малого и крупного бизнеса должна быть стабильна, предсказуема и «прозрачна» [1, 3-5]. Административные процедуры, связанные с реализацией антимонопольной политики, предполагают более детальное регламентирование в нормативных актах и доведение до сведения заинтересованных лиц. При этом следует обеспечить максимально полную регламентацию всех этапов проведения расследования и принятия решения, с целью устранения чрезмерных дискреционных полномочий государственных должностных лиц при рассмотрении конкретных случаев.

Нормативные акты должны устанавливать четкие критерии инициирования расследования, применения запретов и санкций к участникам антиконкурентных соглашений, в том числе должны быть выработаны критерии определения необходимости детального изучения отдельных контрактов, методики исследования рыночной среды, оценки экономической эффективности, про- и анти-конкурентных эффектов соглашений, механизмы принятия решений, исходя из

специфических условий контракта и особенностей рыночной среды [1, 10].

Необходима также исчерпывающая регламентация объема и структуры запрашиваемой антимонопольными органами информации, а также информации, предоставляемой участникам соглашения и другим заинтересованным организациям и государственным органам (в ходе проведения расследования и после его завершения).

ЛИТЕРАТУРА

1 Анализ проблем антимонопольного регулирования контрактных отношений малого и крупного бизнеса: аналитический доклад. М.: Бюро экономического анализа, 2001.

2 Порядок проведения анализа и оценки состояния конкурентной среды на товарных рынках, утвержденный приказом ГКАП РФ № 169 от 20.12.1996 г. (зарегистрирован в Минюсте РФ 10.01.1997 г. № 1229).

3 Серебрякова Н.А. Методический подход к развитию управленческого консультирования // Вестник Донского государственного технического университета. 2012. № 5 (66). С. 150-155.

4 Серебрякова, Н.А. Структурная и функциональная асимметричность развития / Н.А. Серебрякова // Регион: системы, экономика, управление. 2011. № 3 (14). С. 34-40.

5. Серебрякова Н.А. Экспертная оценка качества услуг делового образования для среднего и малого бизнеса // Теоретические и прикладные вопросы экономики и сферы услуг. 2012. № 7. С. 121-132.

6 Симонова Е.В. О субподряде и субконтрактации малого, среднего и крупного бизнеса // Экономические и гуманитарные науки. 2009. № 2 (208). С. 155-157.

7 Симонова Е.В. Основные качества предпринимателя // Вестник экономической интеграции. 2008. № 1. С. 127-128.

8 Симонова Е.В. Причины торможения малого бизнеса // Вестник экономической интеграции. 2008. № 4. С. 139-141.

9 Сибирская Е.В. Система стратегического планирования на региональном уровне // Теоретические и прикладные вопросы экономики и сферы услуг. 2012. Т. 1. С. 7-11.

10 Строева О., Сибирская Е. Инновационное развитие региона: специфика финансирования (научная статья) // Проблемы теории и практики управления. 2012. № 01. С. 60-65.

11 Хорев А. И., Саликов Ю. А., Дмитриева Л. Н. Институциональный менеджмент промышленного предприятия и его инструментов: монография. Воронеж: Воронежская гос. технологическая акад. 2009. 146 с.

REFERENCES

1 Analysis of problems of antimonopoly regulation of the contract relations of small and large business: analytical report. M.: Bureau of the economic analysis, 2001. (In Russ.).

2 The order of carrying out the analysis and an assessment of a condition of the competitive environment in the commodity markets approved by the order GKAP Russian Federation No. 169 of 20.12.1996 (10.01.1997 No. 1229 is registered in Ministry of Justice of the Russian Federation). (In Russ.).

3 Serebriakova N. A. Methodical approach to development of administrative consultation. Bulletin of the Don state technical university, 2012, no. 5 (66), pp 150-155. (In Russ.).

4 Serebriakova N. A. Structural and functional asymmetry of development. Region: systems, economy, management, 2011, no. 3 (14), pp. 34-40. (In Russ.).

5 Serebriakova N. A. An expert assessment of quality of services of business education for medium and small business. Theoretical and applied questions of economy and a services sector, 2012, no. 7, pp. 121-132. (In Russ.).

6 Simonova E.V. About a subcontract and sub - contractings of small, medium and large business. Economic and humanities, 2009, no. 2 (208), pp. 155-157. (In Russ.).

7 Simonova E.V. Main qualities of businessman. Messenger of economic integration, 2008, no. 1, pp. 127-128. (In Russ.).

8 Simonova E.V. Reasons of braking of small business. Messenger of economic integration, 2008, no. 4, pp. 139-141. (In Russ.).

9 Sibirskaya E.V. System of strategic planning at the regional level. Theoretical and applied questions of economy and services sector, 2012, vol. 1, pp. 7-11. (In Russ.).

10 Stroeveva O., Sibirskaya E. Innovative development of the region: specifics of financing. Problems of the theory and practice of management, 2012, no. 01, pp. 60-65. (In Russ.).

11 Khorev A. I., Salikov Yu. A., Dmitrieva L.N. Institutional management of the industrial enterprise and its tools. Voronezh, VGTA, 2009, 146 p. (In Russ.).

УДК 338.012

Профессор И.П. Богомолова, аспирант К.Г. Магомедов

(Воронеж.гос. ун-т. инж. технол.) кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики. тел. (4732) 55-27-10

E-mail: 08.00.05@mail.ru

Professor I.P. Bogomolova, graduate K.G. Magomedov

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of Management, production and industrial economy. phone (4732) 55-27-10

E-mail: 08.00.05@mail.ru

Экономическая эффективность инновационных технологий хлебопекарной промышленности

Cost-effectiveness of innovative technologies baking industry

Реферат. Приоритетным научным направлением является разработка пищевых продуктов лечебно-профилактического назначения, инновационных методов комплексной переработки сырьевых ресурсов с максимальным сохранением исходного химического состава и на их основе выпуска продуктов нового поколения функционального назначения. В данной статье исследованы причины отставания многих отечественных предприятий по уровню технологического развития, проанализированы особенности инноваций в хлебопекарном производстве России, предложены современные направления для инновационного развития зерноперерабатывающей промышленности. По результатам наблюдений выявлено, что за годы рыночных трансформаций в работе хлебопекарных предприятий произошли значительные изменения, особенно в объемах реализуемой продукции. Основываясь на результатах статистических исследований, было установлено, что не менее 75 % населения ежедневно потребляют хлебобулочные изделия и это делает целесообразным их обогащение нутриентами. Проанализировано современное состояние хлебозаводов и пекарен и выявлена высокая степень износа технологического оборудования. За последние 14 лет отмечен спад производства, что привело к снижению объемов выработки продукции и ограничениям рентабельности. Было установлено, что в пекарнях и на хлебозаводах показатель износа техники составляет около 67 %. Относительно сырья для хлебопекарного производства отмечено, что для создания цивилизованного зернового рынка в России требуется решение ряда ключевых проблем. Установлено, что в настоящее время происходит агрессия со стороны промышленно развитых стран по захвату российского агропродовольственного рынка, ведущее к сужению внутреннего спроса на отечественную продукцию, и это обуславливает падение экономического роста пищевой промышленности страны. Анализ позволил установить, что существует значительный потенциал для развития отрасли.

Summary. Research priorities is the development of food therapeutic and prophylactic purposes, innovative methods of complex processing of raw materials with maximum preservation of the original chemical composition and on the basis of a new product release in generation functionality. This article explores the many reasons for the lag of the Patriotic-owned enterprises in terms of technological development, analyzes the features of innovation in the bakery production of Russia, proposed the current directions for the innovative development of grain-processing industry. The observation revealed that during the years of market transformations in the bakeries have been significant changes, especially in the volume of products sold. Based on the results of statistical studies, it was found that at least 75% of the population consume daily baked goods and this makes them appropriate nutrient enrichment. The current state and bakeries, bakeries and revealed a high degree of wear of the process equipment. Over the past 14 years, marked by a decline in production, which led to a decline in production output and profitability constraints. It was found that in bakeries and bakeries deterioration index technique is approximately 67%. With respect to raw materials for bread production, noted that the creation of a civilized grain market in Russia requires the solution of a number of key issues. It is established that is currently happening aggression from industrialized countries to seize the Russian food market, leading to a narrowing of the domestic demand for domestic products, and this causes the drop in the economic growth of the food industry. The analysis revealed that there is considerable potential for the development of the industry.

Ключевые слова: инновации, эффективность, технология, хлебопекарная промышленность, функциональные продукты, глубокая переработка

Keywords: innovation, efficiency, technology, baking industry, functional foods, deep processing.

В настоящее время российская хлебопекарная промышленность включает в свой состав около 1000 крупных хлебозаводов и свыше 10000 мелких предприятий, производящих и реализующих более 23 млн. тонн продукции в год. Расширение предприятий, перераспределение и смена управляющих кадров с ориентированием на грамотный менеджмент, увеличение заинтересованности зарубежных производителей хлеба к российскому рынку – все это привело к ужесточению конкуренции на отечественном рынке хлебопекарной продукции.

В сложившейся ситуации ведущим направлением в хлебопечении является поддержка и развитие крупных предприятий, в связи с тем, что наблюдается снижение количества малых пекарен с резервацией пунктов продажи изделий. Это значит, что малым пекарням требуется реализовать альтернативные методы производства с целью диверсификации ассортимента, повышения эффективности деятельности, улучшения качества готовой продукции.

© Богомолова И.П., Магомедов К.Г., 2014

Отечественная хлебопекарная промышленность является одним из основных секторов пищевого комплекса АПК, она выполняет задачи по обеспечению хлебной продукцией населения и служит гарантом социального спокойствия [2]. В том числе является источником рабочих мест в совокупности с реализацией налоговых выплат в бюджетные и внебюджетные фонды всех уровней. Это позволяет предположить, что оптимизация работы хлебопекарной промышленности является приоритетной задачей государственного уровня.

По результатам наблюдений выявлено, что за годы рыночных трансформаций в работе хлебопекарных предприятий произошли значительные изменения, особенно в объемах реализуемой продукции. На основе анализа данных Росстата установлено ежегодное сокращение выпуска хлебобулочных изделий в среднем на 3 % и на данный момент общий объем производства хлеба равен 6,713 млн. т. У населения наблюдается изменение приоритетов в выборе хлебобулочных изделий в связи с повышением спроса на более дорогую продукцию [10]. В процессе рыночных трансформаций положительной тенденцией является расширение ассортимента продукции, увеличение спроса на свежеспециализированный хлеб, диетический, с добавками злаков и диабетический.

Приоритетной задачей становится разработка и внедрение в производство инновационных продуктов функционального назначения, которые позволят увеличить охват потребительского рынка, снизить производственные расходы и, следовательно, поднять коэффициент рентабельности предприятия.

Из опыта развитых стран сделаем вывод, что сектор функциональных пищевых продуктов имеет первостепенное значение, как наиболее удобная, естественная форма насыщения организма человека микронутриентами. Основываясь на результатах статистических исследований нами установлено, что не менее 75 % населения ежедневно потребляют хлебобулочные изделия и это делает целесообразным их обогащение нутриентами [1]. Мы считаем необходимым создать больше функциональных сортов хлеба и сделать их доступными для потребителей, имеющих невысокий уровень достатка.

В процессе исследования проанализировано современное состояние хлебозаводов и пекарен, выявлена высокая степень износа технологического оборудования. За последние 14 лет отмечен спад производства, что привело к снижению объемов выработки продукции и

ограничениям рентабельности (рисунок 1). Повсеместно у предприятий наблюдается нехватка средств для обновления и замены изношенного технологического оборудования, что в свою очередь негативно сказывается на их эффективности. Было установлено, что в пекарнях и на хлебозаводах показатель износа техники составляет около 67 %. Так как степень технического развития хлебопекарной промышленности непрерывно прогрессирует, износ оборудования, и недостаточный уровень финансовых возможностей предприятий определяют отставание отрасли в целом. Несмотря на негативные аспекты технического уровня можно выделить отдельные динамично развивающиеся организации, которые закупают оборудование зарубежных марок [9].

Вместе с тем, отдельные отечественные предприятия по выпуску технологического оборудования Казани, Саратова, Шебекино, Красногорска, Санкт-Петербурга и Воронежа, изделия которых не имеют возможности составить серьезную конкуренцию зарубежной технике, находят свое применение на некоторых российских хлебопекарнях, особенно в регионах [8]. Учитывая нехватку спроса и нестабильную экономическую ситуацию в стране, реновация основных фондов предприятий в условиях современного рынка становится приоритетной задачей долгосрочного развития, успешной работы и конкурентоспособности отечественных производителей хлеба.

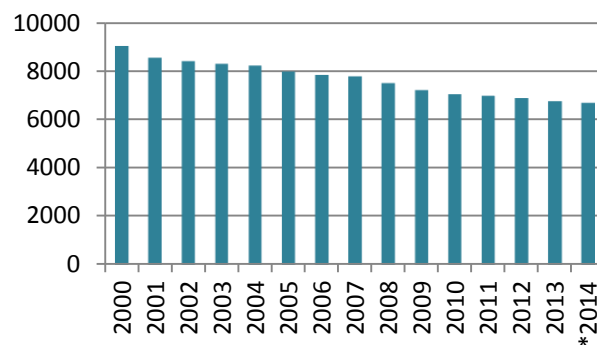


Рисунок 1. Динамика объема производства хлебобулочных изделий в России за 14 лет, тыс. тонн (* оценочно)

Относительно сырья для хлебопекарного производства отметим, что для создания цивилизованного зернового рынка в России требуется решение ряда ключевых проблем. К их числу, на наш взгляд, следует отнести: усиление государственного регулирования, решение вопросов ценообразования, ресурсосбережения, интеграции сельскохозяйственных производителей и переработчиков зерна, увеличение производ-

ства и экспорта продуктов глубокой переработки зерновых ресурсов. Последнее, в том числе, подразумевает научно-исследовательские разработки в области сбивных хлебобулочных изделий, осуществление которых проводится в Воронежском государственном университете инженерных технологий.

В ходе проведенного исследования установлено, что в настоящее время происходит агрессия со стороны промышленно развитых стран по захвату российского агропродовольственного рынка, наблюдается сокращение внутреннего спроса на отечественную продукцию, и это обуславливает снижение темпов экономического роста пищевой промышленности страны. Для того чтобы защитить свой рынок требуется принятие грамотных экономических решений и разработка эффективной стратегии развития в сфере инвестирования, управления на предприятиях, производства сельскохозяйственного сырья и отечественных инновационных технологий.

Анализ хлебопекарной промышленности позволил установить, что существует значительный потенциал для развития отрасли. В стране наблюдается недостаточный объем производства хлебобулочных изделий лечебного и профилактического назначения. Согласно оценке он составляет около 120 тыс. тонн, тогда как потребность населения равна 1,1-1,7 млн. тонн [4]. Стратегия развития пищевой промышленности предполагает, что в течение ближайших 6 лет выпуск функциональных сортов хлеба достигнет только 300 тыс. тонн, что явно недостаточно. Поэтому требуется разработка технологии пищевых продуктов лечебно-профилактического назначения путем поиска новых отечественных сырьевых ресурсов, комплексной переработки их с максимальным сохранением исходного химического состава и создания на их основе продуктов нового поколения.

Стратегически важным аспектом развития хлебопекарной промышленности является внедрение инновационных технологий и методик производства хлебобулочных изделий. Как подтвердили расчеты, использование амарантовой муки и цельносмолотого зерна и создание на их основе безглютенового бездрожжевого хлеба специального назначения является рентабельным, экономически целесообразным и важным с точки зрения обеспечения населения полноценными продуктами питания с целенаправленным функциональным действием [7]. Ожидаемый экономический эффект от реализации 1 т хлеба может составить более 5,5 тыс. р.

Производство безглютеновых сбивных хлебобулочных изделий позволит также решить проблему ресурсосбережения, повысить коэффициент использования производственных мощностей хлебопекарных предприятий, оптимизировать транспортную логистику, и, следовательно, повысить доступность высококачественных хлебобулочных изделий для населения России, создав условия для стабилизации социально-экономической ситуации в обществе [6].

На наш взгляд, необходимо разработать меры стимуляции спроса на отечественную хлебопекарную продукцию, обогащенную микронутриентами, диетическую и изделия для детей. Решением может являться реализация программы поддержки потребительского спроса, создание оптимальной диетической программы питания в социально-образовательных секторах, правоохранительных органах вооруженных силах [5]. Кроме того, требуется оптимизация процесса закупок для государственных и муниципальных нужд.

По мнению ученых и практиков, необходимо радикальное изменение существующей практики государственных закупок [3]. При определении победителя на реализацию госзаказа хлеба в профильные организации решающим фактором является цена. Ориентиром выступает дешевая, низкого качества продукция. При этом, как показывает опыт, тендер выигрывают посредники, предлагающие неоправданно низкую цену и не имеющие прямого отношения к производству хлеба. В исследовании предложено внести поправки в действующее законодательство и предусмотреть, что для победы в тендере необходимо иметь квалифицированный персонал, оптимальные предприятием производственные мощности и систему управления и контроля технологическими процессами. Данный регламент позволит снизить объемы поставок низкого качества хлебопекарных изделий в профильные учреждения и открыть новые рынки сбыта для добросовестных производителей хлеба.

Таким образом, проанализировав полученные в ходе экономического исследования данные, можно сказать, что инновации, оптимизация технологий, расширение ассортимента являются современными направлениями эффективного развития отечественного производства хлеба. Предложенные в статье решения позволят решить проблему ресурсосбережения, низкого коэффициента использования производственных мощностей и в дальнейшем их реализация будет способствовать процессу стабильного развития и обновления отечественной хлебопекарной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Богомолова И. П., Кривенко Е. И., Родионова Н. С., Алексеева Т. В. Развитие предприятий на основе внедрения инновационных технологий // Вестник ВГУИТ. 2012. № 3. С. 198-200.
- 2 Магомедов Г.О., Пономарева Е.И., Магомедов М.Г., Толбоев А.О. Инновационные технологии кафедры ТХК и КП // Финансы. Экономика. Стратегия. 2008. №1. С. 30.
- 3 Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. Москва, 2001. 89 с.
- 4 Жаркова И.М., Кликонос А.А., Мирошниченко Л.А. Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство. 2013. 414 с.
- 5 Косован А.П. Хлебопекарная промышленность России в 2001-2004 гг. // Хлебопечение. 2005. № 1. С. 25.
- 6 Магомедов Г.О., Пономарева Е.И., Магомедов М.Г. Научные и практические основы технологии сбивных функциональных хлебо-булочных изделий. Воронеж: ВГТА, 2010. 48 с.
- 7 Catassi C., Fabiani E., Lacono G. и др. Исследование по определению безопасного количества глютена для больных целиакией // Жизнь без глютена. Дайджест. 2010.
- 8 Балдин К.В., Передеряев И.И., Голов Р.С. Инвестиции в инновации. Дашков и К, 2012. 54 с.
- 9 Барышева А.В. Инновационный менеджмент. Дашков и К, 2012.
- 10 Кузнецов Б.Т. Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности: учебное пособие. Юнити-Дана, 2012. 122 с.

REFERENCES

- 1 Bogomolova I.P., Krivenko E.I., Rodionova N.S., Alekseev T.V. Development of pre-acceptance through the introduction of innovative technologies. Bulletin of VSUET, 2012, no. 3, pp. 198-200. (In Russ.).
- 2 Magomedov G.O., Ponomareva E.I., Magomedov M.G., Tolboev A.O. Innovative Technologies and the Department of THC KP. Finance. Economy. Strategy, 2008, no. 1, pp. 30. (In Russ.).
- 3 Tsyganova T.B. Technology of bread-making. Moscow, 2001. 89 p. (In Russ.).
- 4 Zharkova I.M., Klikonos A.A., Miroshnichenko L.A. Innovative technologies in the food industry: Science, Education and Production, 2013. 414 p. (In Russ.).
- 5 Kosovan A.P. Bakery industry in Russia in 2001-2004. Bakery, 2005, no. 1, pp. 25. (In Russ.).
- 6 Magomedov G.O., Ponomareva E.I., Magomedov M.G. Scientific and practical bases of technology whipped functional bakery products. Voronezh, VSTA, 2010. 48 p. (In Russ.).
- 7 Catassi C., Fabiani E., Lacono G. et al. The study to determine the safe amount of gluten for celiac disease. Life without gluten. Digest, 2010. (In Russ.).
- 8 Baldin K.V., Perederiaev I.I., Golov R.S. Investing in Innovation. Dashkov i K, 2012. 54 p. (In Russ.).
- 9 Baryshev A.V. Innovation Management. Dashkov i K, 2012. (In Russ.).
- 10 Kuznetsov B.T. Economy and finance innovation. Unity Dan, 2012. 122 p. (In Russ.).

УДК 338.3

Профессор С.Ю. Панов, аспирант М. Химвинга,
соискатель А.В. Зинковский

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов химических производств. тел. (473) 249-91-13
E-mail: sergey.panov@mail.ru

Professor S.Iu. Panov, graduate M. Himwiinga,
graduate A.V. Zinkovskii

(Voronezh university of engineering technology) Department of machines and apparatus of chemical industries. phone (473) 249-91-13
E-mail: sergey.panov@mail.ru

Технико-экономическая оценка газоочистной установки на основе эжекторного скруббера

Feasibility study of gas treatment plant based on an ejector scrubber

Реферат. В статье выполнена технико-экономическая оценка вариантов очистки газов. Бурное развитие промышленности и транспорта во всём мире в последнее время остро ставит проблему защиты среды обитания человека от вредных отходов его же практической деятельности. При решении проблемы очистки отходящих газов следует уделять большое внимание экономическим характеристикам методов улавливания и утилизации вредных выбросов, учитывая при этом, что капитальные затраты возрастают пропорционально понижению концентрации вредных выбросов. Поставленная задача решается разработкой двухступенчатой системы мокрой очистки газа на базе эжекторных скрубберов. Их преимущество – центральный форсуночный подвод, что позволяет скрубберу действовать по принципу эжекторного насоса. Проектируемую установку можно использовать на предприятиях по переработке твердых бытовых и производственных отходов, также на предприятиях где имеются паровые и водогрейные котлы, в результате работы которых получают загрязненные газы с высокой температурой. В частности данную установку можно применить на цементном заводе, на котором выделяется большое количество отходящих газов, содержащих оксиды серы. Оценка рыночного потенциала установки, предназначенной для очистки отходящих газов на цементном заводе, выполнена посредством SWOT анализа. Результаты SWOT анализа свидетельствуют о возможности осуществления очистки отходящих газов без больших затрат и с высокой степенью очистки газов. Анализ конкурентоспособности установки выполнен экспертным методом в сравнении с рыночными аналогами. Представлены технико-экономические показатели установки. Рентабельность капитальных вложений составляет 46 % и срок окупаемости капитальных вложений – 2,7 года.

Summary. The article executed the feasibility study of various options for gas treatment. Rapid development of industry and transport worldwide in recent times raises the problem in the protection of habitat environment from harmful waste. In solving problems of flue gas treatment great attention is given to the economic characteristics and recycling techniques for capturing emissions and disposal must also meet the sanitary health requirements: flue gas treatment plants should not cause air or water pollution. The set objective is solved by developing a two-stage wet treatment system for pyrolysis gas based on ejector scrubbers. Their advantage - a central nozzle supply that allows the scrubber to operate on the principle of an ejector pump. Projected plant can be used in enterprises for processing of solid domestic and industrial waste, where there are steam and hot water boilers, whose operations result in contaminated gases emissions obtained with high temperatures. In particular, this installation can be applied at a cement plant in which a large amount of waste gases containing sulfur oxides is emitted. Assessment of market potential for the plant designed to treat waste gases in the cement factory is performed through a SWOT analysis. SWOT analysis results indicate the possibility of the treatment of exhaust gases without a high cost and with high gas treatment efficiency. Plant competitive analysis was done using an expert method in comparison with market competitors. Technical and economic indicators of the plant are presented. Return on investments is 46% and payback period of capital investments - 2.7 years.

Ключевые слова: очистка газов, технико-экономическая оценка, SWOT-анализ, диоксид серы, абсорбция, скруббер

Keywords: gas purification, technical and economic SWOT-analysis, assessment, sulfur dioxide, absorption, scrubber

Интенсивное развитие промышленности и транспорта во всём мире в последнее время остро ставит проблему защиты среды обитания человека от вредных отходов его же практической деятельности. К числу таких последствий стремительного роста индустрии, тепло-

энергетики, транспорта относится возрастающее загрязнение атмосферного воздуха [1].

При решении проблемы очистки отходящих газов следует уделять большое внимание экономическим характеристикам методов

© Панов С.Ю., Химвинга М., Зинковский А.В., 2014

улавливания и утилизации вредных выбросов, учитывая при этом, что капитальные затраты возрастают пропорционально понижению концентрации вредных выбросов. Методы улавливания и утилизации вредных выбросов должны также удовлетворять санитарным требованиям: установки газоочистки не должны вызывать загрязнение атмосферы или водоемов своими выбросами.

Поставленная задача решается разработкой двухступенчатой системы очистки газа на базе эжекторных скрубберов [2]. Их преимущество – центральный форсуночный подвод, что позволяет скрубберу действовать по принципу эжекторного насоса. В качестве хемосорбента было принято решение использовать карбонат кальция (известняковый метод очистки газов), полученный в качестве побочного продукта при производстве нитроаммофоски на заводе ОАО «Минудобрения». Для решения поставленной задачи были рассмотрены и проанализированы уже существующие разработки.

Проектируемую установку можно использовать на предприятиях по переработке твердых бытовых и производственных отходов, также на предприятиях где имеются паровые и водогрейные котлы, в результате работы которых получают загрязненные газы с высокой температурой. В частности данную установку можно применить на цементном заводе, на котором выделяется большое количество отходящих газов, содержащих оксиды серы.

Основные выбросы от производства цемента – это выбросы в воздух, возникающие во время работы цементной печи в результате физических и химических реакций сырья и топлива. Отходящие газы содержат в себе различные загрязняющие вещества [2], в первую очередь диоксид серы SO_2 [3].

Оценка рыночного потенциала установки, предназначенной для очистки отходящих газов на цементном заводе, выполнена посредством SWOT анализа, результаты которого представлены в таблице 1. Результаты SWOT анализа свидетельствует о возможности осуществления очистки отходящих газов без больших затрат и в герметичном исполнении [4]. Сравнительный анализ эксплуатационных характеристик скрубберов различного типа и сравнительные показатели систем очистки дымовых газов от SO_2 приведены в таблицах 2, 3.

Основными конкурентными преимуществами предлагаемого эжекторного скруббера являются:

- повышение эффективности очистки газовых выбросов скруббером распылительного типа путем введения дополнительной ступени абсорбции;
- уменьшение гидравлических сопротивлений внутри аппарата;
- снижение металлоемкости и простота конструкции установки;
- экологическая безопасность установки, т.е. минимизация степени негативного влияния технологии очистки отходящих газов на окружающую среду;
- окупаемость за счет реализации продукта переработки;
- относительная дешевизна процесса очистки, по сравнению с существующими на данный момент методами очистки газовых выбросов, за счет использования для работы установки недорогого абсорбента - карбоната кальция.

Стоимость установки составляет 398 тыс. руб., срок эксплуатации 10 лет.

Ежегодные текущие затраты по содержанию установки составляют 1 323 647, 7 р., включая затраты на производство (1 150 998 р.), амортизацию (52 200 р.), заработную плату обслуживающего персонала в составе 3 человек (612 000 р.), энергозатраты (54 798 р.), общехозяйственные расходы (172 649,7 р.), текущие затраты на обслуживание (34 800 р.), другие затраты (397 400 р.).

В результате работы данной установки получается: чистый горячий газ, который можно будет использовать в качестве греющего источника; гипс, который можно будет использовать в строительстве в качестве строительного материала.

Основным потребителем очищенного горячего газа является само предприятие, которое может использовать его как теплоноситель. Возможна передача тепла на небольшие расстояния для населенных пунктов.

В холодное время года газ можно использовать для обогрева помещений предприятия, при этом, не затрачивая денежных средств на обогрев; продавать в населенные пункты по заниженной цене; в летний период можно этот газ использовать на какие-то другие нужды предприятия или же выбрасывать в атмосферу. На рисунках 1 и 2 представлены графики технико-экономических показателей реализации предлагаемой газоочистной установки и рентабельности продукции и капитальных вложений.

SWOT- анализ установки для очистки газов

	Возможности 1. Удешевление продукта. 2. Высокая удельная производительность 1000 м ³ /ч. 3. Конструктивно установка выполнена на срок работы 10 лет. 4. Возможность очистки высокотемпературных газов 600 о С. 5. Возможность привлечения не квалифицированного персонала. 6. Возможность покупки нового оборудования.	Угрозы 1. Альтернативные способы очистки газов. 2. Конкуренция. 3. Нехватка денежных средств на реализацию проекта.
Сильные стороны 1. Малые энергетические затраты. 2. Получение полезной вторичной продукции. 3. Непрерывность работы. 4. Стандартные условия эксплуатации. 5. Небольшое количество обслуживающего персонала. 6. Несущественные капиталовложения. 7. Малая металлоемкость. 8. Очистка не только газов, но и мелких твердых частиц. 9. Малая занимаемая площадь. 10. Отсутствие осадков, которые препятствуют работу эжекторного скруббера.	1. Совмещение процессов и улучшение гидравлической обстановки в аппарате чтобы уменьшить энергетические затраты. 2. Более полное проведение реакций процессов с образованием как можно большего количества полезного вторичного продукта. 3. Использование доступных методов обслуживания установки. 4. Автоматизация процессов.	1. С меньшими затратами получение больше прибыли по сравнению с конкурентами. 2. Конкурентоспособность, так как установка может работать длительное время без вмешательства человека, непрерывно и эффективно. 3. Компенсирование расходов на содержание установки за счет продажи полезных вторичных продуктов.
Слабые стороны 1. Повышенная коррозия. 2. Сложное извлечение вторичного продукта.	1. Применение новых видов антикоррозионных покрытий. 2. Бункер скруббера необходимо оснастить отстойной частью с устройством шламоудаления.	1. Автоматизация и совершенствование оборудования для поддержания его конкурентоспособности на рынке. 2. Кредитование проекта до начала его реализации. 3. Приобретение дополнительного оборудования для доработки вторичного продукта.

Таблица 2

Сравнительные эксплуатационные характеристики скрубберов различного типа

	Распылительная башня	Скруббер с псевдоожиженным слоем	Эжекторный скруббер	Скруббер центробежный	Скруббер Вентури
жидкость → газ →					
Улавливаемые частицы (мкм)	0,7- 1,5	0,6-0,9	0,8-0,9	0,1-0,5	0,05-0,2
Относительная скорость, м/с	1	8-20	10-25	25-70	40-150
Потеря давления, Па	200 - 2500	1500 - 2800	-	400 - 1000	3000 - 20000
Вода/воздух (л/м ³) (каждой ступени)	0,05-5	-	5-20	1-3	0,5-5
Расход энергии (кВт/1000м ³)	0,2-1,5	1,2	1,2	2-6	1,5-6

Сравнительные показатели систем очистки дымовых газов от SO_2 [5]

Наименование метода	Содержание SO_2		Степень очистки, %	Удельные затраты, раз		Стоимость очистки 1000 м ² дымовых газов, раз
	в топливе, %	в дымовых газах, г/м ³ (%)		капитальные	эксплуатационные	
Известковый	3	5,5 (0,2)	95	1	1	1
Известняковый	3	5,5 (0,2)	95	1,14	1,05	1,14
Магnezитовый с получением: серной кислоты серы	3	4,4 (0,15)	85	3,90	2,24	2,91
				4,60	2,24	3,43
Аммиачно-циклический	3	10,3 (0,35)	85	7,15	7,41	4,97
Озонный	2	2,0	90	5,05	4,83	-
Электронно-лучевой	3	2,0	95	4,44	5,17	2,86

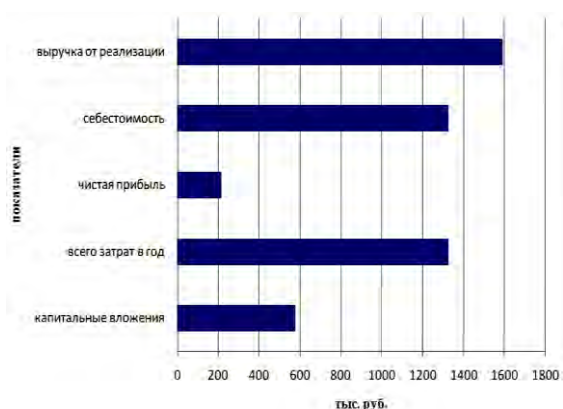


Рисунок 1. Технико-экономические показатели реализации предлагаемой газоочистной установки

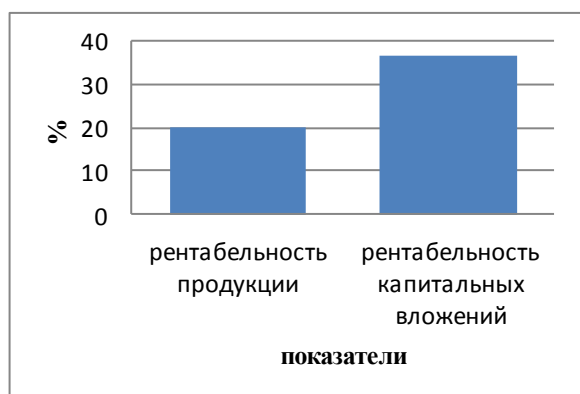


Рисунок 2. Рентабельность продукции (%) и рентабельность капитальных вложений (%).

ЛИТЕРАТУРА

1 Вальдберг А.Ю., Исянов Л.М., Яламов Ю.И. Теоретические основы охраны атмосферного воздуха от загрязнения промышленными аэрозолями. Санкт-Петербург, МП "НИИО-ГАЗ-Фильтр". СПб. ГТУ РП, 1993. 235 с.

2 Панов С.Ю., Химвинга М., Зинковский А.В. Повышение эффективности аппарата распылительного типа при решении проблем промышленной экологии // Вестник ВГУИТ. 2014. №1. С. 160-164.

Таким образом, технико-экономическое сравнение различных методов и средств очистки газов подтвердило перспективность принятых решений.

Предлагаемая газоочистная установка требует для своей работы небольшие энергетические затраты, при этом позволяет получить высокую степень очистки и полезные вторичные продукты, которые могут быть реализованы стороннему потребителю. Проведенная технико-экономическая оценка показала, что газоочистная установка может себя окупить за счет продажи горячего газа и гипса. Рентабельность продукции составила около 20 %. Следовательно, предлагаемая газоочистная установка является привлекательной для предприятий не только за счет высокой степени очистки газовых выбросов от SO_2 , но и за счет экономических показателей, рассмотренных в данной статье.

3 Лазарев Н.В., Гадаскина И.Д. Вредные вещества в промышленности: справочник для химиков, инженеров и врачей // Химия. 2001. Т. 3. С. 608.

4 Учитель Ю.Г., Учитель М.Ю. SWOT-анализ и синтез – основа формирования стратегии организации. М.: Либроком, 2010. 328 с.

5 Дубровин И. Бизнес планирование на предприятии. Дашков и К, 2012. 432 с.

REFERENCES

1 Val'dberg A.Iu., Isianov L.M., Ialamov Iu.I. Theoretical foundations of the protection of atmospheric air from pollution through industrial aerosols. St. Petersburg, MP "NIIOGAS- filter". SPb. STY RP, 1993. 235 p. (In Russ.).

2 Panov S.Iu., Himwiinga M., Zinkovskii A.V. Improving the efficiency of the apparatus of the spray type when solving problems of industrial ecology. Bulletin of VSUET, 2014, no. 1, pp. 160-164. (In Russ.).

3 Lazarev N.V., Gadaskina I.D. Harmful substances in industries. Chemistry, 2001, vol. 3, pp. 608. (In Russ.).

4 Uchitel' Iu.G., Uchitel' M.Iu. SWOT-analysis and synthesis – the basis of the formation of the organization's strategy. Librocom, 2010. 328 p. (In Russ.).

5 Dubrovin I. Enterprise business planning. Dashkov and K, 2012. 432 p. (In Russ.).

УДК 332.1:658.5.011(075)

Профессор Е.В. Сибирская

(Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова) кафедра статистики.

тел. (499) 237-93-49

E-mail: e-sibirskaya@rambler.ru

доцент Е.В. Симонова

(Орловский государственный институт экономики и торговли) кафедра истории, философии, рекламы и связей с общественностью. тел. (4862) 43-08-31

E-mail: jezzi@mail.ru

Professor E.V. Sibirskaya

(Moscow, Russia. Plekhanov Russian University of Economics) Department of Statistics. phone (499) 237-93-49,

E-mail: e-sibirskaya@rambler.ru, lud_proz@mail.ru

associate Professor E.V. Simonova

(Oreol state institute of economy and trade) Department of stories, philosophies, advertizing and public relations. phone (4862) 43-08-31

E-mail: jezzi@mail.ru

Типология обеспечения конкурентоспособности малого инновационного и крупного бизнеса

Typology of ensuring competitiveness of small innovative and large business

Реферат. На современном этапе развития экономики основным критерием ее эффективности является конкурентоспособность. По мере вовлечения России в мировые хозяйственные связи акцент в вопросах конкурентоспособности перемещается на предприятия малого инновационного бизнеса и к крупным хозяйствующим субъектам. В данной статье рассмотрена типология обеспечения конкурентоспособности малого инновационного и крупного бизнеса на основе форм их взаимодействия как один из элементов методологии конкурентоспособности. Предлагаемые различными авторами классификации конкуренции и конкурентоспособности, что очевидно из приведенного в статье материала, перекликаются друг с другом. Формирование конкурентных отношений способствует созданию развитого, цивилизованного рынка, что включает различные сферы хозяйствования. Благодаря активному интересу к проблемам повышения конкурентоспособности субъектов малого инновационного и крупного бизнеса, которые возникли в следствии развития рыночных отношений, появилось большое количество разработок, направленных на решение этой методологической проблемы. Типология исследований является одним из ключевых моментов методологии исследования. Исследования могут быть разными. Необходимо видеть и понимать это разнообразие, чтобы выбрать наиболее подходящие к процессу обеспечения конкурентоспособности малого инновационного и крупного бизнеса. Упорядочить всю совокупность самых различных типов исследований можно в таблице типологического анализа. Она представляет собой дихотомическое представление различных типов обеспечения конкурентоспособности, выделенных по различным критериям. Критерии отражают основные характеристики исследования и его практические потребности. В заключение рассмотрения исторических предпосылок к формированию представлений о конкуренции отметим, что представления о конкуренции эволюционировали в силу усложнения социально-экономических отношений в обществе. Таким образом, в настоящее время в социально-экономическом пространстве можно встретить проявление многообразия видов конкуренций на различных рынках. Причем, проявляет себя конкуренция на каком-либо рынке в конкретный период времени и по отношению к конкретному предмету конкуренции. На одном рынке может проявлять себя только одна видовая конкуренция какой-либо классификации и несколько видовых конкуренций составляющих ее типологию.

Summary. At the present stage of development of economy by the main criterion of its efficiency competitiveness is. In process of involvement of Russia in world economic communications the accent in questions of competitiveness moves on the enterprises of small innovative business and to large economic entities. In this article the typology of ensuring competitiveness of small innovative and large business on the basis of forms of their interaction as one of competitiveness methodology elements is considered. The classifications of the competition and competitiveness offered by various authors that is obvious from the material given in article, have something in common with each other. Formation of the competitive relations promotes creation of the developed, civilized market that includes various spheres of managing. Thanks to active interest in problems of increase of competitiveness of subjects of small innovative and large business who arose in a consequence of development of the market relations, there was a large number of the development directed on the solution of this methodological problem. The typology of researches is one of the key moments of methodology of research. Researches can be different. It is necessary to see and understand this variety to choose the ensuring competitiveness of small innovative and large business, most suitable to process. It is possible to order all set of the most various types of researches in the table of the typological analysis. It represents dichotomizing representation of various types of ensuring competitiveness allocated by various criteria. Criteria reflect the main characteristics of research and its practical requirements. In conclusion of consideration of historical prerequisites to formation of ideas of the competition we will note that ideas of the competition evolved owing to complication of the social economic relations in society. Thus, now in social and economic space it is possible to meet manifestation of variety of types of competitiveness in various markets. And, the competition in any market during the concrete period of time and in relation to a concrete subject of the competition proves. In one market only one specific competition of any classification and some specific competitiveness of components its typology can prove.

Ключевые слова: типология, конкурентоспособность, малый инновационный бизнес, крупный бизнес, процесс обеспечения

Keywords: typology, competitiveness, small innovative business, large business, providing process

© Сибирская Е.В., Симонова Е.В., 2014

На современном этапе развития экономики основным критерием ее эффективности является конкурентоспособность. По мере вовлечения России в мировые хозяйственные связи акцент в вопросах конкурентоспособности перемещается на предприятия малого инновационного бизнеса и к крупным хозяйствующим субъектам. В данном исследовании при создании методологии обеспечения конкурентоспособности малого инновационного и крупного бизнеса на основе форм их взаимодействия одним из важнейших этапов является обоснование типологии как основного элемента.

Типология (от греч. *tipos* – отпечаток, форма) означает:

1) учение о классификации, упорядочении и систематизации сложных объектов, в

основе которых лежат понятия о нечетких множествах и о типе;

2) учение о классификации объектов, связанных между собой генетически;

3) учение о классификации сложных объектов, между которыми трудно провести строгие разграничительные линии и которые экзemplицируются их некоторыми типичными образцами [15].

В отличие от классификации, основанной преимущественно на количественных показателях, в основу типологии обычно берутся также и более важные качественные признаки [16]. М. Саритх в работе «Конкурентоспособность: многоуровневый анализ» сделал попытку представить типологию стратегий обеспечения конкурентоспособности (таблица 1) [9].

Т а б л и ц а 1

Типология стратегий обеспечения конкурентоспособности по М. Саритху

Классификационный признак	Виды стратегий обеспечения конкурентоспособности
По целевому назначению	генеральная; базовая; отраслевая; маркетинговая
По субъекту воздействия	на хозяйствующие субъекты рынка; на потребителя
По сроку реализации	долгосрочные; среднесрочные; текущие
По способу достижения конкурентных преимуществ	активные; защитные; промежуточные
По способу охвата рынка	виолентные; пациентные; коммутантные; эксплерентные
По типу конкурентных преимуществ	стратегия дифференциации; стратегия низких издержек; стратегия фокусирования
По особенностям использования	общие; частные
По стабильности рыночной ситуации	Основные; альтернативные

Типология конкурентоспособности по определению Всемирного экономического форума включает три основных элемента: уровни (макроэкономика, отрасль, сектор, предприятие); факторы (труд, капитал и т. д.); политику (поддержка

инноваций, инвестиций, промышленности, накопления или перераспределения и т. д.) [10, 11, 14]. Типология конкуренции, по мнению Четыркиной Н.Ю. представлена на рисунке 1 [19].

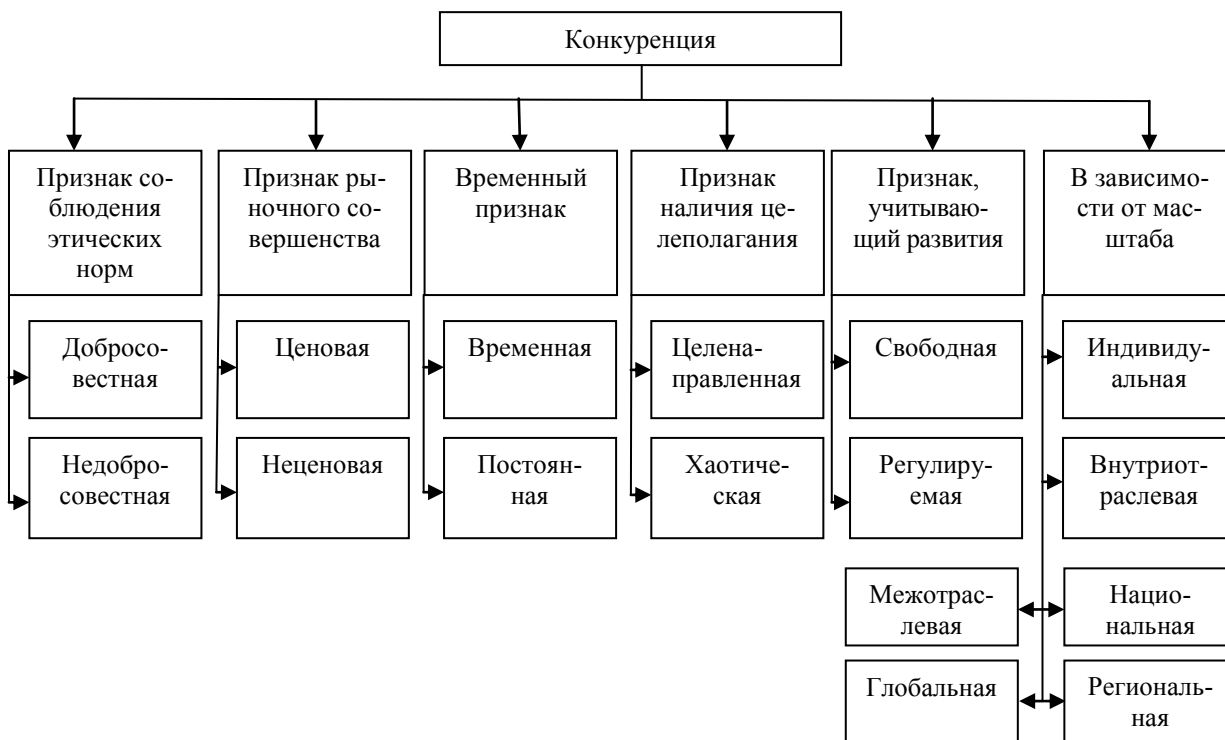


Рисунок 1. Типология конкуренции

Прежде чем перейти к разработке типологии, заявленной в задачах данного исследования, важно обосновать, почему именно взаимодействие малого инновационного и крупного бизнеса являются важным для авторской «типологии обеспечения конкурентоспособности малого инновационного и крупного бизнеса».

Развитие малого инновационного и крупного бизнеса предполагает структурную перестройку экономики, быстрое реагирование на изменения рыночной конъюнктуры.

В условиях нашей страны малый инновационный бизнес пока еще не может быть основой экономики, однако он может стать связующим звеном, которое обеспечивало бы бесперебойную работу крупных предприятий. К тому же малые и средние предприятия – ведущий сектор, определяющий темпы экономического роста, структуру и качество валового национального дохода [17].

Малые инновационные предприятия участвуют в решении проблемы занятости населения, причем создание малого предприятия часто не требует значительных капиталовложений. И, во-вторых, малые предприятия, как правило, не обремененные крупными основными фондами, легче перестраивают производственные процессы, сохраняя уровень своей конкурентоспособности, в силу чего часто являются генераторами инноваций [3].

По сравнению с крупными и средними фирмами малые предприятия имеют ряд существенных преимуществ, способствующих созданию и продвижению инноваций [12, 13, 20-23], в том числе:

- тесное взаимодействие с потребителями, лучшее понимание их потребностей;
- более гибкое реагирование на изменения спроса;

- возможность производить небольшие партии продукции, а также предоставлять специфические услуги, что не всегда бывает выгодно крупным компаниям.

Малый бизнес является важным двигателем инновационной деятельности в регионах России по следующим причинам: часто малые предприятия служат стартовой площадкой для становления крупных и средних предприятий, при этом инновационность малых предприятий является одним из важнейших условий их успеха и роста.

Относительно низкий уровень затрат на создание малых инновационных предприятий снижает порог вхождения на рынок для ученых и предпринимателей, намеренных осуществлять коммерциализацию результатов научных исследований, что способствует занятости населения (в первую очередь высококвалифицированных специалистов).

Вследствие принятия Федерального закона от 02.08.2009 г. № 217-ФЗ малые предприятия становятся важным инструментом коммерциализации результатов научных исследований, проводимых в научных и образовательных организациях [1].

К крупному бизнесу мы будем относить экономических агентов (субъектов), которые в процессе текущего функционирования оказывают существенное влияние на национальную экономику в целом или, по крайней мере, на некоторые ее сектора. Можно сформулировать и по-другому. В качестве содержательного критерия отнесения той или иной структуры к крупному бизнесу выбирается ее способность изменять экономические институты («правила игры») в сфере своей деятельности. Такая способность определяется, прежде всего, масштабами этой структуры, но иногда ключевую роль могут играть и другие факторы, например, особенности ее технологической специализации или рыночного позиционирования [6].

Если воспользоваться математической терминологией, то субъект крупного бизнеса – это экономический агент, способный оказывать столь сильное влияние на окружающее пространство, что в результате меняется топология последнего (оно «искривляется», «рвется» и т.д.). Так понимаемый термин «крупный бизнес» полностью соответствует широко используемому англоязычному термину «big business». В западной экономической теории и практике близкими к нему являются такие понятия, как «компания общенациональной значимости» или «транснациональная корпорация». В социальных науках и политологии часто в одном ряду с термином «big business» находятся также «big state» и «big trade unions» [2].

Существуют разные точки зрения о месте крупного бизнеса в развитии отечественной экономики. Одна из них отводит ему роль основной движущей силы. В соответствии с ней не просто развитие, а экономический прорыв обеспечивается тесным взаимодействием и взаимопомощью малого инновационного и крупных компаний.

Состояние конкуренции оценивается с использованием системы определенных показателей (индикаторов). В такой системе показателей можно выделить следующие признаки наличия конкуренции [2]: структурные; поведенческие; функциональные.

К структурным признакам можно отнести достаточно большое число покупателей и продавцов и отсутствие искусственных барьеров

входа на рынок. Среди поведенческих признаков можно отметить независимость действий хозяйствующих субъектов, отсутствие неэффективных производителей, правильную информацию о рынке, отсутствие дискриминации. В числе функциональных признаков можно выделить отсутствие сверхприбыли, соответствие товаров требованиям потребителей, инновационное поведение хозяйствующих субъектов [2].

Увеличение общего количества экономических субъектов, занимающихся хозяйственной деятельностью, свидетельствует о расширении конкурентных отношений и возможностях развития конкурентной среды (рисунк 2-5).

Важно отметить положительную тенденцию роста предприятий в сфере строительства (на 18,3 %), в сфере торговли автотранспортными средствами и их технического обслуживания (на 10,8 %), в сфере транспорта и связи (на 10,7 %), сфере управления эксплуатацией жилых домов (на 31,1 %).

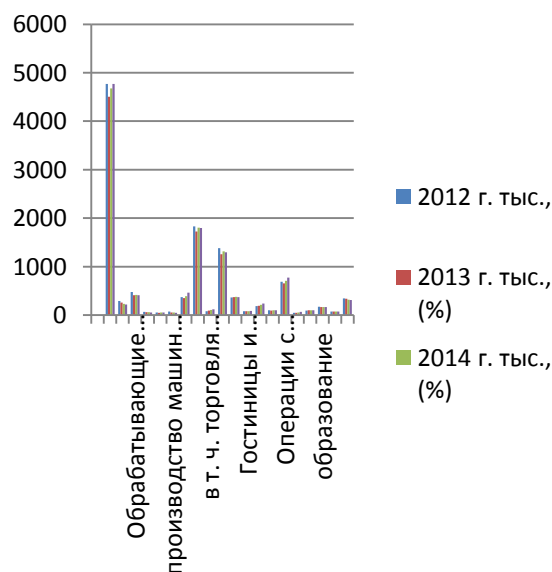


Рисунок 2. Изменение предприятий по видам экономической деятельности в 2012-2014 гг. (%)

Как следует из рисунков 2 и 3, применительно к распределению хозяйствующих субъектов по формам собственности за последние 2 года наблюдается устойчивая тенденция увеличения числа частных организаций и сокращения число государственных и муниципальных организаций.

Продолжалось сокращение числа работающих в общественном (государственном и муниципальном) секторе, доля которого снизилась до одной трети всех работающих. В

сфере малого и среднего предпринимательства по состоянию на 1 ноября 2014 г. (по данным Общероссийской общественной организации малого и среднего предпринимательства «ОПОРА РОССИИ») наблюдался рост: количества малых предприятий (включая микропредприятия) – на 20 %, численности индивидуальных предпринимателей – на 10 %, средней совокупной численности работников, занятых на малых предприятиях, – на 12 %, оборота малых предприятий – на 19 %, вклада продукции, производимой малыми предприятиями, в совокупный объем ВВП – на 4 %.

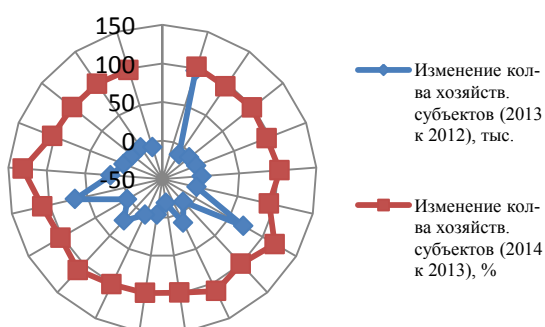


Рисунок 3. Изменение количества предприятий (%)

Согласно исследованию компании «Стратеджи Партнерс» (входит в группу компаний Сбербанка России), сейчас в мире «резко снижается эффект масштаба. Малый и средний бизнес обеспечивает основную динамику развития современной промышленности, возрастают шансы малых компаний, возникают абсолютно новые игроки» [4].

Не стоит бояться передавать малым компаниям отдельные компетенции крупных, работы хватит всем. Согласно тому же исследованию, потребители по всему миру хотят постоянно получать, во-первых, новые продукты, во-вторых, продукты, изготовленные с учетом их уникальных требований.

Только головное предприятие может осознать сложнейшее техническое изделие целиком. Это совсем другая работа, она не под силу малому бизнесу: для нее нужен большой коллектив, умеющий работать синхронно, а это достигается годами. В зарождающиеся же компании следует вывести разработку отдельных инновационных решений. Впрочем, российские власти осознают проблему и пытаются стимулировать развитие малого и среднего предпринимательства.

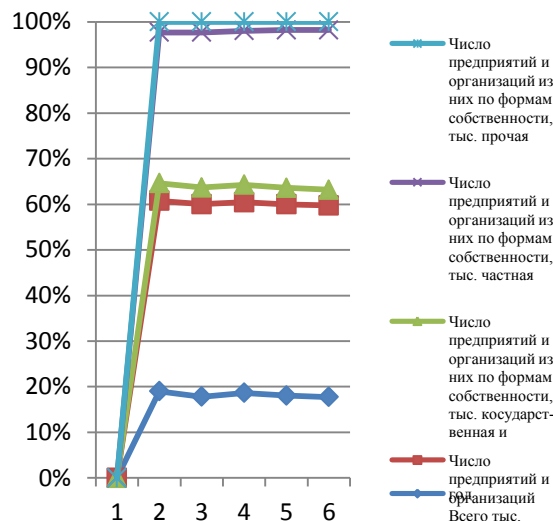


Рисунок 4. Распределение предприятий и организаций по формам собственности (на 1 января соответствующего года)

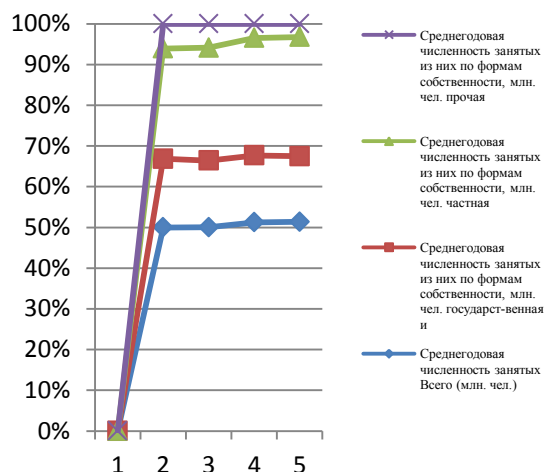


Рисунок 5. Среднегодовая численность занятых за 5 лет (на 1 января соответствующего года)

Уже сейчас малые и средние предприятия должны обеспечивать не менее 10 % заказов госкомпаний и инфраструктурных монополий, а в будущем эта доля должна вырасти еще сильнее. Некоторые госкомпании, правда, пытаются обходить это требование, но не все: Объединенная авиастроительная корпорация, к примеру, сама ищет подрядчиков среди малых предприятий. Большие надежды на увеличение роли малого и среднего предпринимательства в экономике мы связываем с законопроектом «О промышленной политике», который сейчас находится на рассмотрении в Госдуме [4].

Типология обеспечения конкурентоспособности малого инновационного и крупного бизнеса

Классификационный признак обеспечения конкурентоспособности	Параметры, характерные для малых инновационных предприятий	Формы взаимодействия	Параметры, характерные для крупных предприятий
по происхождению	Индивидуальный семейный бизнес Самостоятельный малый бизнес Поставщики крупных фирм Бизнес, выделившийся из более крупного	производственно-технологические; организационно-управленческие; финансово-экономические; экономико-правовые; административно-юридические; организационно-культурные; внешне-экономические; научно-технические	Политические Правовые Экономические Социально-культурные
по объективности существования	Обеспечение ниши малого инновационного предприятия в своем сегменте рынка Обеспечение адекватности системы управления малым предприятием Обеспечение взаимозависимости и взаимообусловленности элементов инновационности в предпринимательской деятельности Обеспечение инновационных методов управления в процессе обеспечения конкурентоспособности	производственно-технологические; экономико-правовые; административно-юридические; научно-технические.	Степень рыночной ориентации Динамизм финансовой системы Человеческие ресурсы Природные ресурсы Социально политическая стабильность Система менеджмента качества
по размерности	Экзогенная, которая обеспечивается за счет внешних по отношению к менеджменту предприятия факторов; Эндогенная, которая обеспечивается за счет реализации внутреннего потенциала, внутрипроизводственных факторов (техника, персонал, менеджмент); Системная, которая обеспечивается совместным действием как эндогенных, так и экзогенных факторов (собственные конкурентные преимущества усиливаются за счет различных факторов) [7]	организационно-управленческие; экономико-правовые; организационно-культурные; научно-технические	Экзогенная, которая обеспечивается за счет внешних по отношению к менеджменту предприятия факторов; Эндогенная, которая обеспечивается за счет реализации внутреннего потенциала, внутрипроизводственных факторов (техника, персонал, менеджмент); Системная, которая обеспечивается совместным действием как эндогенных, так и экзогенных факторов (собственные конкурентные преимущества усиливаются за счет различных факторов) [7]
по однородности и разнообразию структурных элементов	Конкуренты Ресурсы Потребители Инфраструктура Взаимодействие с органами власти Макро- и микро- климат	производственно-технологические; организационно-управленческие; финансово-экономические; экономико-правовые; научно-технические.	Конкуренты Ресурсы Потребители Инфраструктура Взаимодействие с органами власти Макро- и микро- климат

по сложности	Быстрая адаптация к местным условиям хозяйствования Большая гибкость и оперативность в принятии решений Большая оперативность в выполнении решений Меньшие расходы при осуществлении деятельности (в т.ч. расходы на управление) Большая возможность проявить свои возможности Большая способность вводить изменения в производственный процесс Более высокая оборачиваемость собственного капитала Большая склонность к экономии и бережливости Большой уровень мотивации в достижении успеха Большая информированность о потребительских предпочтениях	<i>производственно-технологические;</i> <i>организационно-управленческие;</i> <i>финансово-экономические;</i> <i>экономико-правовые;</i> <i>административно-юридические;</i> <i>организационно-культурные;</i> <i>внешне-экономические;</i> <i>научно-технические</i>	Политико-административные Законодательно - регулятивные Экономические Институциональные Научно-технические Природные или географические Инфраструктурные Социально-демократические Социокультурные Международные Общественная среда Конкуренцию [5,8, 18].

В связи с вышеизложенным, сформулируем авторскую концепцию типологии обеспечения конкурентоспособности малого инновационного и крупного бизнеса (таблица 2), под которой будем понимать классификацию признаков обеспечения конкурентоспособности характерных для малого инновационного и крупного бизнеса с формами взаимодействия между ними.

По нашему мнению следует выделить 5 классификационных признаков обеспечения конкурентоспособности (по происхождению; по объективности существования; по размерности; по однородности и разнообразию структурных элементов; по сложности) которые характеризуют всю совокупность его свойств. Авторы представляют их потенциальным источником информации данного процесса, а исследование и описание характерных для малых инновационных и крупных предприятий, как процесс извлечения этой информации из источника.

К формам взаимодействия малого инновационного и крупного бизнеса автор относит:

- производственно-технологические;

- организационно-управленческие;
- финансово-экономические;
- экономико-правовые;
- административно - юридические;
- организационно-культурные;
- внешнеэкономические;
- научно-технические.

Данная типология может работать при системе экономических законов: спроса и предложения; композиции; пропорциональности; предложением и ценой; спросом и ценой; конкуренции; наименьших; онтогенеза; возрастания дополнительных затрат; синергии; убывающей доходности; упорядоченности; масштаба производства; единства и анализа синтеза; экономии времени; самосохранения и др.

Таким образом, практика становления малых инновационных предприятий подтверждает его высокую значимость в процессе обеспечения конкурентоспособности. Тем самым предприятия малого бизнеса получают дополнительный импульс для обеспечения конкурентоспособности, основанный на опыте крупных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бортник И.М., Золотарев А. П., Киселев В. Н., Коцюбинский В. А. и др. Инструменты анализа инновационной деятельности малого предпринимательства в России // Инновации. 2013. №3 (173). С. 26-38
- 2 Доклад о состоянии конкуренции В Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://fas.gov.ru/netcat_files/225/164/h_4af70a1e5f02759438ca2194c5647917#2.
- 3 Кульков В. М.. Российская экономическая модель. М.: ТЕИС, 2009

- 4 Недорослев С. Эффект масштаба: почему крупным предприятиям нужен малый бизнес [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.forbes.ru/mneniya-column/konkurentsya/267055-effekt-masshtaba-pochemu-krupnym-predpriyatiyam-nuzhen-malyi-biz>.

- 5 Новиков Н. И. Аспект: основные признаки конкурентоспособности субъекта и объекта. Экономика и организация металлургического производства // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2002. № 10. С. 68-74.

6 Паппэ Я.Ш., Галукина Я.С. Российский крупный бизнес: первые 15 лет. Экономические хроники 1993–2008 гг. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2009. 423 с.

7 Пехтерев В.В. Эндогенные и экзогенные факторы конкурентоспособности субъектов рынка: автореф. дис. ... канд. экон. наук. М., 2010. 30 с.

8 Радулов Д.Д. Теоретические подходы к исследованию проблемы классификации факторов конкурентоспособности предприятий // Российское предпринимательство. 2013. № 13 (235). С. 15–22.

9 Саритх М. Конкурентоспособность: многоуровневый анализ. М., 2004. 191 с.

10 Серебрякова Н.А., Смольянова Е.Л. Основные проблемы развития инновационно-инвестиционного потенциала Воронежской области // Региональная экономика: теория и практика. 2009. № 2. С. 52–60.

11 Серебрякова Н.А. Структурная и функциональная асимметричность развития // Регион: системы, экономика, управление. 2011. № 3 (14). С. 34–40.

12 Сибирская Е.В. Система стратегического планирования на региональном уровне // Теоретические и прикладные вопросы экономики и сферы услуг. 2012. Т. 1. С. 7–11.

13 Строева О.А. Институциональные факторы моделирования инновационного развития // Теоретические и прикладные вопросы экономики и сферы услуг. 2012. Т. 1. № 3. С. 121–126.

14. Структурные основы конкурентоспособности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://brancheconomy.info/strukturniye-osnovi-konkurentosposobnosti>.

15 Типология [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.insai.ru/slovar/tipologiya>.

16 Типы стран по уровню социально - экономического развития [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://geospravka.ru/index.php/references_in_geography/типы-стран-по-уровню.html.

17 Харитонов П. В. Организационная культура как фактор конкурентоспособности предпринимательской деятельности // Вестник Челябинского государственного университета. 2010. № 26 (207). Вып. 28. С. 142–146.

18 Цыганков Д.Б. Внедрение оценки регулирующего воздействия в Российской Федерации – на пути к «умному» регулированию? // Коллоквиум «Оценивание программ и политик: методология и применение»: сборник материалов. М.: ГУ-ВШЭ, 2010. С. 213–236.

19 Четыркина Н.Ю. Управление конкурентоспособностью организаций сферы услуг. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2009. 128 с.

20 Hausman A. Innovativeness among small businesses: Theory and propositions for future research. Industrial Marketing Management. Официальный сайт Центра информационной поддержки малого бизнеса [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://smallbusinesses.ru>.

REFERENCES

1 Bortnik I.M., Zolotarev A. P., Kiselev V. N., Kotsiubinskii V. A. et al. Tools of the analysis of innovative activity of small business in Russia. // Innovations, 2013, no. 3 (173), pp. 26–38. (In Russ.).

2 The report on a condition of the competition In the Russian Federation. Available at:

fas.gov.ru/netcat_files/225/164/h_4af70a1e5f02759438ca2194c5647917#2.

3 Kul'kov V. M. Russian economic model. M.: TEIS, 2009. (In Russ.).

4 Nedoroslev S. Scale effect: why the large enterprises need small business. Available at: <http://www.forbes.ru/mneniya-column/konkurentsiya/267055-effekt-masshtaba-pochemu-krupnym-predpriyatiyam-nuzhen-malyi-biz>.

5 Novikov N. I. Aspect: main signs of competitiveness of the subject and object / Economy and organization of metallurgical production. News of higher educational institutions. Ferrous metallurgy, 2002, no. 10, pp. 68–74. (In Russ.).

6 Pappe Ia. Sh., Galukhin Ia. S. Russian large business: first 15 years. Economic chronicles of 1993–2008. M.: Prod. house of GU HSE, 2009. 423 p. (In Russ.).

7 Pekhterev V. V. Endogenous and exogenous factors of competitiveness of subjects of the market. Diss. cand. econ. sci. abstr. Moscow, 2010. 30 p. (In Russ.).

8 Radulov D. D. Theoretical approaches to research of a problem of classification of factors of competitiveness of the enterprises. Russian business, 2013, no. 13 (235), pp. 15–22. (In Russ.).

9 Sarikh M. Competitively: multilevel analysis. Moscow, 2004. 191 p. (In Russ.).

10 Serebriakova N. A., Smolianova E.L. Main problems of development of innovative investment potential of the Voronezh region. Regional economy: theory and practice, 2009, no. 2, pp. 52–60. (In Russ.).

11 Serebriakova N. A. Structural and functional asymmetry of Development. Region: systems, economy, management, 2011, no. 3 (14), pp. 34–40. (In Russ.).

12 Sibirskaya E.V. System of strategic planning at the regional level. Theoretical and applied questions of economy and services sector, 2012, vol. 1, pp. 7–11. (In Russ.).

13 Stroeve O. A. Institutional factors of modeling of innovative development. Theoretical and applied questions of economy and services sector, 2012, vol. 1, no. 3, pp. 121–126. (In Russ.).

14 Structural bases of competitiveness. Available at: <http://brancheconomy.info/strukturniye-osnovi-konkurentosposobnosti>. (In Russ.).

15 Typology. Available at: <http://www.insai.ru/slovar/tipologiya>. (In Russ.).

16 Types of the countries on level socially - economic development. Available at: http://geospravka.ru/index.php/references_in_geography/типы-стран-по-уровню.html. (In Russ.).

17 Kharitonov P. V. Organizational culture as factor of competitiveness of business activity. Bulletin of the Chelyabinsk state university, 2010. no. 26 (207), pp. 142–146. (In Russ.).

18 Tsygankov D.B. Introduction of an assessment of the regulating influence in the Russian Federation – on the way to "clever" regulation?. Colloquium "Estimation of programs and politician: methodology and application": collection of materials. Moscow, GU-VSHE, 2010. pp. 213–236. (In Russ.).

19. Chetyrkina N. Yu. Management of competitiveness of the organizations of a services sector. SPb.: SPBGUEF, 2009. 128 p. (In Russ.).

20 Hausman A. Innovativeness among small businesses: Theory and propositions for future research. Industrial Marketing Management. Available at: <http://smallbusinesses.ru>. (In Russ.).

Аспирант Д.С. Латынин

(ГНУ НИИ экономики и организации АПК ЦЧР России Россельхозакадемии) отдел маркетинга и рыночных отношений. тел. (473) 222-98-54

Graduate D.S. Latynin

(GNU Scientific Research Institute of Economics and Agribusiness CCA Russian RAAS) Department of marketing and market relations. phone (473) 222-98-54

Формирование инновационно ориентированной инфраструктуры зернового рынка

Formation innovatively focused infrastructure of the grain market

Реферат. Перспективная схема инфраструктуры современного зернового рынка направлена на совершенствование товародвижения зерна на основе ликвидации материально-вещественных диспропорций между его участниками для снижения логистических издержек в расчете на 1 т зерна и создания альтернативного организованного канала товародвижения, обеспечивающего прямой выход на оптовый рынок непосредственных товаропроизводителей зерна и их участие в распределении получаемой от экспорта прибыли. Устранение материально-вещественных диспропорций по всей цепи прохождения зерна от поставщика продукции до конечного потребителя необходимо связывать с организацией товародвижения на принципах логистики. Это позволит обеспечить получение общего синергетического эффекта, превышающего суммарный эффект у отдельных участников цепи. Структура Ассоциации участников зернового рынка, направлена на создание взаимного интереса путем углубления специализации каждого участника товародвижения, консолидации их инвестиционных ресурсов в развитие этой цепи, снижению логистических издержек. Особенностью современного периода функционирования рынка зерна является необходимость ускорения научно-технического прогресса на основе инновационных процессов. Инновационная деятельность обуславливает необходимость более быстрого развития инфраструктуры рынка зерна. Одним из направлений продвижения инноваций является развитие в регионе технопарковых формирований. Преимущество их состоит в возможности инициаторов новых технологий самостоятельно осуществлять их научную и проектную разработку и продвигать зерновое хозяйство через коммерциализацию и трансферт. В целях модернизации региональной инфраструктуры рынка зерна в современных условиях чрезвычайно актуальным является создание электронных торговых площадок, внедрение системы электронной коммерции. При помощи электронных технологий существенно видоизменяются экономические отношения на рынке, придавая им масштабный сетевой характер. Основными направлениями развития транспортного обслуживания с учетом инновационной составляющей должны стать использование новых вагонов с увеличенной грузоподъемностью и объемом кузова, позволяющих сократить транспортную составляющую в ценах зерновых; улучшение дорожных условий за счет строительства сети дорог с твердым покрытием, связывающих внутрихозяйственные подразделения и поля севооборота; более широкое применение на транспортных работах скоростных колесных тракторов.

Summary. The perspective scheme of infrastructure of the modern grain market is directed on perfection merchandising grains by means of liquidation of is material disproportions between its participants for decrease in logistical costs counting upon 1 t grains, and creations of the alternative organized channel merchandising, providing a direct output on the wholesale market of direct commodity producers of grain and their participation in distribution of profit received from export. Elimination of is material disproportions on all circuit passage of grain from the supplier of production up to the end user is necessary for connecting with the organization merchandising on principles of logistics. It will allow to ensure the general synergistic effect exceeding total effect at separate participants of a circuit. The structure of Association participants of the grain market, is directed on creation mutual interest by a deepening specialization of each participant merchandising, consolidations of their investment resources to development of this circuit, to decrease in logistical costs. Feature of the modern period functioning of the grain market is necessity acceleration of scientific and technical progress on the basis of innovative processes. Innovative activity causes necessity of faster development of an infrastructure of the grain market. One directions promotion of innovations is development in region techno park formations. Their advantage consists in an opportunity initiators of new technologies independently to carry out their scientific and design development and to advance a grain husbandry through commercialization and a transfer. With a view modernization of a regional infrastructure of the grain market in modern conditions creation electronic trading platform, introduction system of electronic commerce is extremely actual. By means of electronic technologies economic attitudes in the market essentially change, giving to them scale network character. The basic directions of development of transport service in view of an innovative component should become use of new cars with the increased carrying capacity and volume the body, allowing to reduce a transport component in the prices grain; improvement of road conditions due to construction a network of roads with the firm covering, connecting interfarm divisions and fields of a crop rotation; wider application on transport works of high-speed wheel tractors.

Ключевые слова: инфраструктура рынка, рынок зерна, товародвижение зерна, логистические цепи, экономический интерес, модернизация, инновационная деятельность.

Keywords: infrastructure of the market, market of grain, merchandising grain, logistical circuits, economic interest, modernization, innovative activity.

Несовершенство инфраструктуры рынка зерна является одной из основных проблем развития всего агропромышленного комплекса. Для современной организации движения товарного зерна характерны не только высокие транзакционные издержки, но и разнонаправленность экономических интересов всех участников зернового рынка, межотраслевые диспропорции между отдельными элементами производственной инфраструктуры, неразвитость кооперативного сбыта зерна.

В соответствии с прогнозными значениями региональной программы «Развитие сельского хозяйства Воронежской области на 2013-2020 годы» в результате ее реализации валовой сбор зерна (в весе после доработки) повысится к 2020 г. до 3759 тыс. т против 2677,2 тыс. т в среднем за 2006 - 2011 гг., или на 40,4 %. Для достижения запланированных целей предусматривается решение многих задач, в качестве одной из которых выступает поддержка развития инфраструктуры агропродовольственного рынка.

Перспективные объемы производства зерна ставят перед инфраструктурой сложнейшую задачу увеличения общего объема емкостей единовременного хранения зерна (у товаропроизводителей и в сфере обращения) и обеспечения перемещения его внутренних и экспортных потоков при сокращении издержек в расчете на 1 т.

Это, в свою очередь, потребует значительных финансовых и материальных ресурсов, а также совершенствования всего организационно-экономического механизма товародвижения зерна от производителя к потребителю.

Анализ современного состояния системы товародвижения продукции от производителя к потребителю показал крайне неудовлетворительное состояние инфраструктуры зернового рынка. В процессе исследования нам удалось составить перспективную схему инфраструктуры современного зернового рынка (рисунок 1).

Совершенствование организации товародвижения зерна связывается с необходимостью решения двух групп вопросов: первая – ликвидация материально-вещественных диспропорций между его участниками для снижения логистических издержек в расчете на 1 т зерна, вторая – создание альтернативного организованного канала товародвижения, обеспечивающего прямой выход на оптовый рынок непосредственных товаропроизводителей зерна и их участие в распределении получаемой от экспорта прибыли.

Что касается устранения материально-вещественных диспропорций по всей цепи прохождения зерна от поставщика продукции до конечного потребителя, то, на наш взгляд, их необходимо связывать с организацией товародвижения на принципах логистики. Основными из них являются:

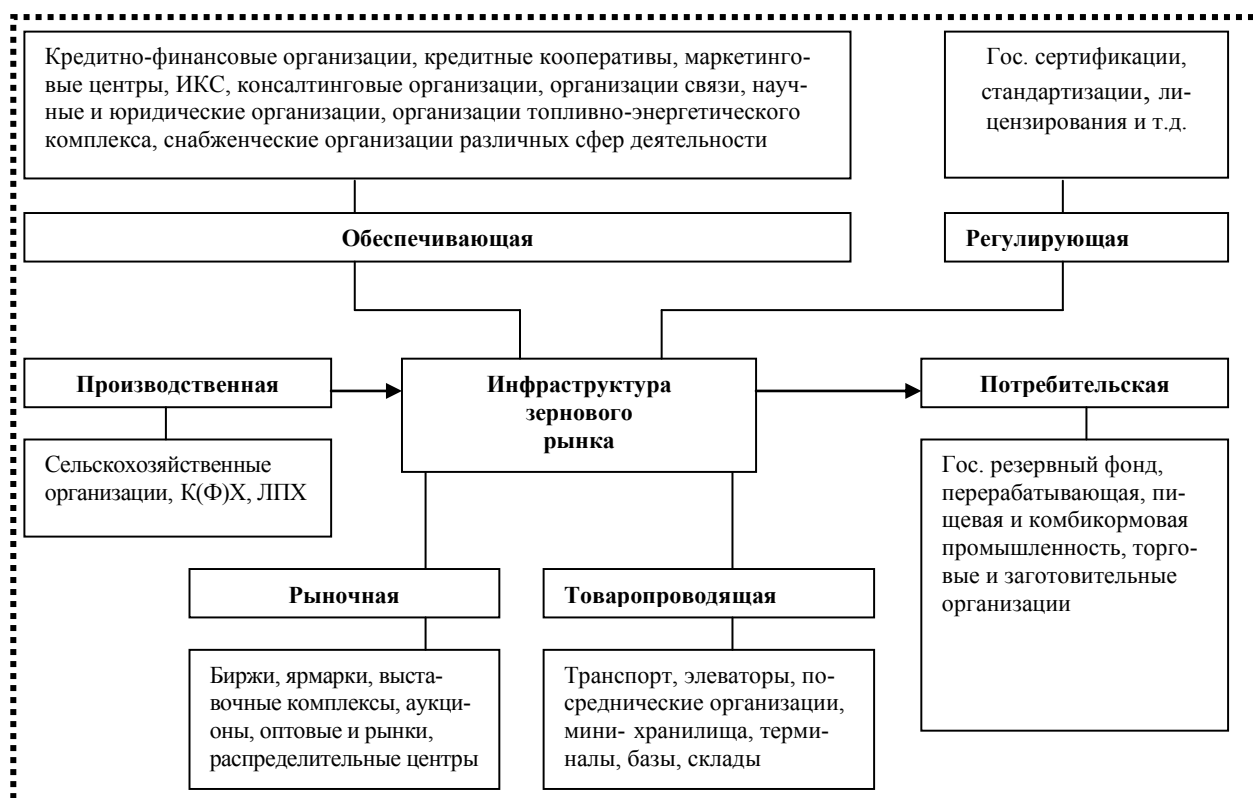


Рисунок 1. Перспективная схема инновационно ориентированной инфраструктуры современного зернового рынка

- рассмотрение товародвижения как единого целостного потока товаров и услуг в логистических цепях и системах;

- приоритет совокупной оптимизации процесса товародвижения над субоптимизацией отдельных его участников;

- организационно-техническая интеграция звеньев логистических цепей товародвижения на базе единых технологий движения товарных потоков;

- организация эффективной системы контроля, анализа и мониторинга товародвижения;

- наличие административно-правовой субординации, обеспечивающей скоординированные действия участников.

Все это позволит обеспечить получение общего синергетического эффекта, превышающего суммарный эффект у отдельных участников цепи.

Логистические цепи позволят сгладить и экономические диспропорции в цепи «элеватор – транспортировка – перевалка» путем согласования и установления в них единых тарифов на оказываемые услуги, а конкуренция между самими цепями будет способствовать снижению этих тарифов.

Что касается устранения диспропорций экономических интересов между участниками логистической цепи и производителями зерна, то в решении этого вопроса необходимо исходить из следующих методологических положений.

Прямо или косвенно в товародвижении задействовано три группы участников: государство; сельхозпроизводители зерна; субъекты инфраструктуры, среди которых особо следует выделить непосредственных торговцев зерном. Каждый из них имеет свой интерес, несовпадающий с интересами сопряженных участников. При этом, как было показано ранее, в наибольшей степени ущемляются интересы непосредственных товаропроизводителей, а наибольшую долю прибыли получают зерновые трейдеры и другие субъекты инфраструктуры [2].

Между тем государство, в отличие от каждого из остальных участников, которые являются носителями частного интереса, воплощает в своем лице общественный интерес. Он заключается в обеспечении продовольственной безопасности страны, создании отечественным товаропроизводителям условий для возможности устойчивого воспроизвод-

ственного процесса, сдерживании роста цен на продукцию. Эти обстоятельства диктуют необходимость усиления регулирования товародвижения со стороны государства и предоставления товаропроизводителям возможности для прямого выхода на оптовый рынок, включая и формирование ими самостоятельной альтернативной логистической цепи [4].

Для выполнения этой роли необходим организующий и координирующий орган, наделенный правами и необходимыми ресурсами для создания и управления такой цепью, которая бы функционировала в интересах государства и основного хозяйствующего субъекта рынка – товаропроизводителя зерна.

Взаимный интерес всех участников логистической цепи положительно скажется на углублении специализации каждого участника товародвижения, консолидации их инвестиционных ресурсов в развитие этой цепи, снижению логистических издержек. Процессу совершенствования товародвижения зерна будет способствовать усиление роли самих участников рынка в его регулировании через создание Ассоциации, объединяющей представителей отраслевых союзов, связанных с производством, использованием и товародвижением зерна (рисунок 2).

Особенностью современного периода функционирования рынка зерна является необходимость ускорения научно-технического прогресса на основе инновационных процессов. Инновационная деятельность обуславливает необходимость более быстрого развития инфраструктуры рынка зерна. При этом инновационная деятельность должна осуществляться при соблюдении определенных принципов, основными из которых являются:

- признание на всех уровнях (от правительства до конкретного товаропроизводителя) приоритетности развития инновационных процессов при формировании современной инфраструктуры рынка зерна;

- научная обоснованность всех решения и практических действий по реализации инновационной политики и развитию инновационных процессов;

- интеграция научной, научно-технической и образовательной деятельности в ходе развития инновационных процессов;

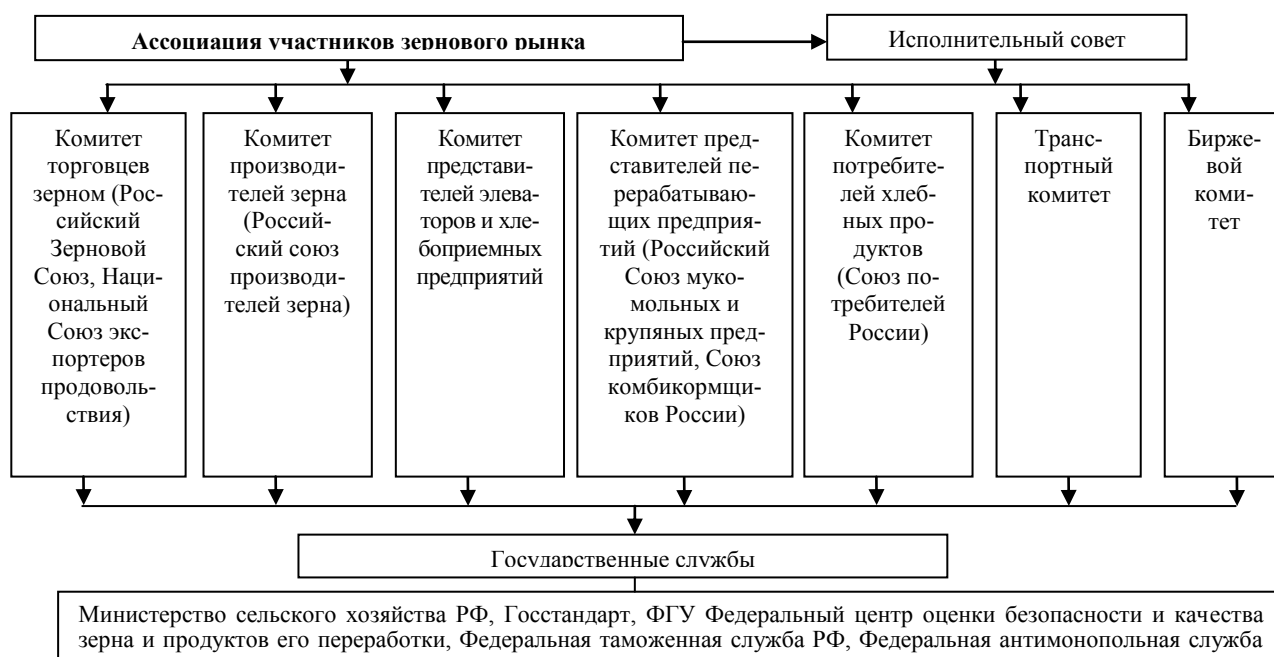


Рисунок 2. Структура Ассоциации участников зернового рынка

- ориентация на четкую организованность развития инновационных процессов и их высокую результативность.

Формирование инновационной рыночной инфраструктуры является важным направлением обеспечения организационной связи науки и зернопроизводства. Это возможно осуществить за счет создания инновационных центров, малых инновационных венчурных предприятий, информационно-консультационных служб. Отечественный и зарубежный опыт агропромышленных консалтинговых служб доказывает, что информационно-консалтинговое обслуживание в сочетании с другими методами государственного регулирования призвано сыграть роль катализатора в повышении синергетичности, устойчивости, конкурентоспособности продукции. Непосредственное воздействие на управленческие и производственные процессы необходимо сменить консультационно-регулирующей функцией. Такой подход позволит сформировать гибкую скоординированную систему информационных потоков, которая будет способствовать организации ценового мониторинга и стандартизации зерна и продуктов переработки с высокой добавленной стоимостью.

Одним из направлений продвижения инноваций является развитие в регионе технопарковых формирований. Преимущество их состоит в возможности инициаторов новых технологий самостоятельно осуществлять их научную и проектную разработку и продвигать зерновое

хозяйство через коммерциализацию и трансферт. Использование традиционных методов и структур управления в АПК в условиях рыночных механизмов не отвечает современным требованиям. Задача состоит в создании инновационных центров на базе агроуниверситета с технопарковым формированием, «инкубаторами» малых фирм в направлении создания технополиса. Необходимо активизировать интенсивность исследований в области зернового хозяйства, таких как создание региональной инфраструктуры развития инновационного, венчурного и традиционного предпринимательства.

Важно подметить, что обновление (модернизация) рыночной инфраструктуры не должно отставать от темпов развития региональной экономики, в связи с чем, ее модернизация обязана все более содействовать структурным преобразованиям в регионе [6].

На современном этапе научно-технического прогресса происходит качественный подъем в развитии рыночной инфраструктуры, связанный с ее технологическим перевооружением на базе высоких, в первую очередь, информационных технологий. Модернизируются фондовые биржи. Все большее их число становится полностью электронными. К новым элементам рыночной инфраструктуры относятся конкурирующие с биржами электронные коммуникационные и внебиржевые электронные торговые системы. Особую роль играют интернет-технологии. Быстро развиваются се-

тивные электронные компании, в особенности интернет-магазины [7].

В целях дальнейшей модернизации региональной инфраструктуры рынка зерна в современных условиях чрезвычайно актуальным является создание электронных торговых площадок, внедрение системы электронной коммерции. При помощи электронных технологий существенно видоизменяются экономические отношения на рынке, придавая им масштабный сетевой характер.

Согласно содержанию основных экономических интересов, покупатели и продавцы зерна, используя электронную торговлю в сети Интернет, получают экономию на транзакционных издержках, которую не могут предоставить другие формы оптовой торговли. Преимущества электронной торговли перед другими формами организации оптовой торговли состоят в расширении функциональных возможностей, в разнообразии биржевых сделок по целевой направленности в использовании передовых телекоммуникационных технологий, а также в относительно высокой безопасности заключаемых сделок. В совокупности с другими формами сбыта зерна, система электронных торгов позволяет снизить риски и соответственно получить большую прибыль.

В числе важных черт электронного рынка выделяются следующие:

- существенно расширяется доступ к информации для всех участников обмена; потребитель может получить полное представление о товарах и ценах на любых рынках и, следовательно, об относительных ценах, что важно для выбора наиболее выгодного (оптимального) варианта обмена; производитель и продавец получают более полную информацию о потребительских запросах и предпочтениях потребителя, что трудно заменимо при выборе оптимальной производственной программы;

- благодаря новым средствам коммуникаций, обеспечивающим получение информации в реальном режиме времени, возрастает и скорость приспособления фирм к изменяющемуся спросу в сетевой среде; гибкость действий превращает адаптацию предложения к спросу во многих случаях в мгновенную;

- электронная система коммуникаций позволяет во многих случаях связывать спрос и предложение напрямую, без посредников – по линии «потребитель – производитель», что резко увеличивает скорость совершения сделок и значительно уменьшает транзакционные издержки;

- сетевой электронный рынок осложняет создание барьеров для вхождения на отраслевые рынки; преимущества крупных фирм в использовании эффекта экономии от масштаба сводятся к нулю возможностью образования в виртуальном пространстве фирм любого размера, необходимого для осуществления конкретного проекта;

- возникает новый тип однородности товара в сети: не единообразие внешних свойств и характеристик товара, а степень соответствия товара индивидуальному запросу потребителя, наличия сопровождающих и послепродажных услуг создают стандартное качество приобретаемого продукта.

Указанные и некоторые другие свойства электронного рынка в современной экономике, позволяют выстраивать более совершенный рынок, на котором продавцы и покупатели без крупных временных и денежных затрат легко находят друг друга, что весьма ценно для бизнеса. Это влечет за собой изменение структур, размеров и конфигураций предприятий и организаций, что характеризует собой определенные структурные подвижки в экономике региона.

Технологическая отсталость усиливает невосприимчивость отрасли к научно-техническим достижениям, передовому опыту. Меры, предпринимаемые государством, нацелены на стимулирование инновационных предложений, а не инновационного спроса. Государство способно убедить сельхозпроизводителя зерна повысить спрос на энергосберегающую технику и технологии, предложив систему стимулов за счет изменения структуры налогообложения, амортизационной политики. Создаваемая на этой основе потребность хозяйствующих субъектов всех форм собственности формирует спрос на инновации и начало формирования регионального рынка инновационных разработок [1].

Основными направлениями развития транспортного обслуживания с учетом инновационной составляющей должны стать:

- использование новых вагонов с увеличенной грузоподъемностью и объемом кузова, позволяющих сократить транспортную составляющую в ценах зерновых;

- поддержка отечественного транспортного машиностроения;

- развитие автомобильного транспорта как основного средства перевозки грузов (причем его развитие должно осуществляться как за счет качественного роста автомобильного парка, так и за счет совершенствования организации его использования);

- улучшение дорожных условий за счет строительства сети дорог с твердым покрытием, связывающих внутрихозяйственные подразделения и поля севооборота;

- более широкое применение на транспортных работах скоростных колесных тракторов, и, прежде всего, для внутрихозяйственных перевозок, где в определенной степени они могут заменить грузовые автомобили [5].

Следовательно, на основе изложенного можно констатировать, что системная модернизация региональной инфраструктуры рынка зерна разносторонне способствует структурным преобразованиям и многогранному развитию региона. При этом должна соблюдаться со-

пряженность этой модернизации с развитием экономики региона, при которой скорость обновления региональной рыночной инфраструктуры не должна отставать от темпов прогрессивных изменений в регионе.

Данная взаимосвязь и взаимообусловленность может и, видимо, должна рассматриваться как одна из современных закономерностей сбалансированного системного развития региона.

Таким образом, именно от эффективного функционирования всех имеющихся инфраструктурных составляющих на инновационной основе зависит гармоничное развитие рынка зерна, эффективность деятельности его субъектов и продовольственная безопасность страны.

ЛИТЕРАТУРА

1 Алтухов А.И. Зерновой рынок России. Москва: ГНУ ВНИИЭСХ, 2012. 700 с.

2 Магомедов А.-Н.Д., Таран В.В. и др. Научные основы развития инфраструктуры товаропроводящей сети агропродовольственного рынка. М.: Издательство ИП Насирддинова В.В., 2012.

3 Дорофеев А.Ф. Опыт формирования агропромышленных кластеров в агропромышленном секторе Белгородской области. РАСХН, ВИАПИ им. А.А. Никонова, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2010. С. 112-114.

4 Дроздов П.А. Основы логистики в АПК: учебник. Минск: Издательство Гревцова, 2012. 288 с.

5 Ушачев И.Г. Рекомендации по развитию инфраструктуры агропродовольственного рынка. РАСХН, ГНУ ВНИИЭСХ. М.: ГНО «Прометей», 2005. 160 с.

6 Романов А.Е., Арашуков В.П. Агропромышленные кластеры: теория и практика. Тула: Гриф и К., 2009. 142 с.

7 Чарыкова О.Г. Организационно-экономический механизм развития зернового рынка (теория, методология, практика). Воронеж: ОАО Центрально-Черноземное книжное издательство, 2006.

REFERENCES

1 Altukhov A.I. Grain market of Russia. Moscow: SSI RSRIEA, 2012. 700 p. (In Russ.).

2 Magomedov A.-N.D., Taran V.V. et al. Scientific bases of development infrastructure distribution networks agricultural market. Moscow, IP Nasirddinov V.V. publishing house, 2012. (In Russ.).

3 Dorofeev A.F. Experience of formation agroindustrial clusters in agroindustrial sector of the Belgorod area. Russian Academy of Agrarian Sciences. VIAPI A.A. Nikonov, RGAU-MSXA K.A. Timiriaz'ev, 2010. pp. 112-114. (In Russ.).

4 Drozdov P.A. Bases of logistics in agrarian and industrial complex: textbook. Minsk: Publishing house of Grevtsov, 2012. 288 p. (In Russ.).

5 Ushachev I.G. Recommendations on development of infrastructure agroindustrial market. Russian Academy of Agrarian Sciences. Moscow, GNO «Prometey», 2005. 160 p. (In Russ.).

6 Romanov A.E., Arashukov V.P. Agroindustrial clusters: the theory and practice. Tula: Grif and K, 2009. 142 p. (In Russ.).

7 Charykova O.G. Organizational the mechanism of development of the grain market (the theory, methodology, practice). Voronezh: Open Society Central Black Earth book publishing house, 2006. (In Russ.).

УДК 334.02

Заведующая кафедрой Л.В. Брянцева

(ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I» зав. кафедрой налогов и налогообложения. тел. (473) 253-87-60

E-mail: blv2466@mail.ru

профессор А.Н. Полозова

(АОНО «Институт менеджмента, маркетинга и финансов» кафедра экономической теории и бухгалтерского учета. тел. (473) 253-09-18

E-mail: annapollo@yandex.ru

доцент Л.Е. Совик

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга. тел. (473) 255-37-82

L.V. Briantseva

(FSBEI HPE Voronezh State Agricultural University after Peter I) Department of tax and taxation. phone (473) 235-29-07

E-mail: blv2466@mail.ru

professor A. N. Polozova

(Institute of management, marketing and finance) Department of the economic theory and accounting. phone 89081395523

E-mail: annapollo@yandex.ru

associate Professor L. E. Sovik

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of house-keeper safety and finance monitoring. phone (473) 255-37-82

E-mail: annapollo@yandex.ru

Системное управление развитием перерабатывающих организаций АПК

System management of development the processing agrarian and industrial complexes organizations.

Реферат. Рассмотрены свойства перерабатывающей организации аграрно-промышленного комплекса (АПК) как системы: сложность, целенаправленность, динамизм, адаптивность, эквивалентность, эмерджентность и развитие такого рода организаций в контексте процессов управления с точки зрения системного подхода, выделены их основные черты как экономических систем: целостность, иерархичность, целенаправленность, способность к развитию, а также особенности этих объектов как подсистем АПК: принадлежность к внутренней среде комплекса (однозначная и неоднозначная); соответствие технологического назначения организации и её процессных элементов внутренней среде; сложность структуры, объединяющей разнородные элементы посредством разнонаправленных, разнохарактерных и взаимопроникающих связей. Отмечены современные тенденции развития перерабатывающих организаций (неустойчивое низкодоходное или свёртывающееся производство, вызванное существенным недоиспользованием ресурсного потенциала и процессов управления). Показана эволюция взглядов на систему вообще и, в том числе экономическую, с оценочных позиций, существенных для процессов управления: целостность, иерархичность, целенаправленность, способность к развитию. Дано теоретическое описание стратегической цели системного подхода к управлению развитием перерабатывающей организации. Обоснованы роль изменений в системном управлении развитием перерабатывающей организации и возможности системного подход в устойчивом повышении её конкурентоспособности. Формализовано представление об организации как системе, определяемой множеством взаимосвязанных элементов, образующих устойчивое единство и целостность. Изложенные аспекты системного подхода к управлению развитием направлены на придание объекту свойств развивающейся организации: приспособляемости к новым целям; использованию благоприятных возможностей для реализации целей; сотрудничеству персонала и менеджмента в предотвращении разрушительных последствий изменений; позитивному разрушению противоречий в предпосылках и последствиях изменений.

Summary. Concepts of development of the processing agrarian and industrial complex organization of a context of management processes from the point of view of system approach are considered. Definition is given to concept "system" as set of elements of qualitative content. Properties of the processing organization as systems are proved: complexity, focus, dynamism, adaptability, equivalence finality, emergency. The main lines of the processing organization as economic system are considered: integrity, hierarchy, focus, ability to development. Features of the processing organization as agrarian and industrial complex subsystems are proved: belonging to the internal environment of agrarian and industrial complex (unambiguous and ambiguous); compliance of technological appointment of the organization and its process elements to the internal environment of agrarian and industrial complex; complexity of structure of the organization uniting diverse elements by means of multidirectional, various and interpenetrating communications. The theoretical description of a strategic objective of system approach to management of the processing organization is given. Characterized a role of changes in system management of development of the processing organization. It is shown how system approach in management of the processing agrarian and industrial complex organization allows to increase stability of competitiveness of business.

Ключевые слова: перерабатывающая организация, системный подход, свойства и черты организации как системы, организационные изменения, развитие организаций

Keywords: the processing organization, system approach, properties and lines of the organization as systems, organizational changes, development of organization.

Функционирование организаций пищевых производств, перерабатывающих сырьё сельскохозяйственного происхождения, в условиях постоянных и ускоряющихся изменений рыночного пространства, сопровождается усилением влияния факторов дисбаланса подходов к управлению бизнес-деятельностью. Современными тенденциями развития перерабатывающих организаций АПК, не входящих в сложные экономические комплексы (холдинги), являются неустойчивое низкодоходное или свёртывающееся производство, вызванное существенным недоиспользованием ресурсного потенциала и процессов управления.

Развитие перерабатывающих организаций АПК неотделимо от развития системы управления ими, под которым нами понимается закономерный переход процессов управления с одного качественного уровня на другой, обеспечивающий защиту конкурентных преимуществ во внутреннем рынке АПК и увеличивающего конкурентные преимущества во внешнем рыночном пространстве. Развитие процессов управления - это система изменений на основе преобразований, вследствие чего развитие приобретает интегральный характер, так как существенные изменения даже в отдельных подпроцессах управления приводят к изменению структуры всей системы [1].

Уровень управления развитием во многом определяется тем, как все его процессы сориентированы на сущностные свойства его объекта – перерабатывающей промышленной организации как сложной подсистемы, включенной в состав более сложной системы АПК.

Однако понимание организации как динамической системы в совокупности представлений современных авторов не нашел достаточного толкования, так как в них доминирует видение системы в статике. С целью внесения недостающей ясности системного подхода к управлению организацией нами разработана следующая формулировка сущности организации - это целостная совокупность взаимосвязанных элементов с упорядоченным множеством существенных свойств, присущих им в определенный отрезок времени:

1) имеющая определенную структуру и порядок, обусловленный расположением элементов в определенной взаимозависимости, взаимосвязях и взаимодействиях;

2) способная к осуществлению строгой

последовательности реальных или потенциальных действий с последующим изменением параметров и процессов системы;

3) взаимодействующая с окружающей бизнес-средой в интересах достижения поставленных целей.

При этом мы понимаем категорию «система» как совокупность элементов качественного содержания (объектов, явлений, ситуаций, фактов, процессов), соединенных между собой достаточно длительными и устойчивыми связями и взаимодействиями, определяющими характер их отношений; идентифицированных во внешнем окружении по характеру сопряженности с внешней средой и степени открытости (закрытости) по отношению к ней; осуществляющих свое поведение на свободной или принудительной основе [2].

В приведенном изложении сущности системы предполагается наличие таких ее свойств, которые присущи организации как перерабатывающей подсистеме АПК, а именно:

- сложность, выражающаяся в больших размерах (перерабатывающая организация) материальных, информационных и финансовых потоков, высоком уровне рисков в ее деятельности;

- динамизм, предполагающий наличие входов и выходов, объединяющих движущийся объект, в котором циркулируют материальные, финансовые потоки, изменяя его состояние;

- адаптивность к условиям среды, выражающаяся в стремлении к соответствию элементов внутреннего потенциала потенциалу системы через устремленность меньшего к большему;

- целенаправленность, характеризующаяся наличием целей, адекватных возможностям системы к преобразованиям в конкретных условиях среды;

- эквифинальность, выражающаяся в способности сложной системы к достижению некоторого предельного состояния, не зависящего от внешних условий;

- эмерджентность, характеризующаяся наличием новых качеств у целого, которые отсутствуют у его составных частей.

Рассмотрим основные черты организации, которые проявляются через характерные проявления ее предназначения и существования как экономической системы с присущими ей общими и частными свойствами (таблица 1).

Черты организации как экономической системы

Характеристика системы	Автор, источник
Организация- юридическое лицо, которое имеет в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении обособленное имущество	Э.А. Смирнов[3]
Организация связана с внешней средой: на входе - ресурсы из внешней среды, на выходе – созданный продукт	О.С. Виханский, А.И. Наумов [4]
Организация - открытая система – субъект рыночных отношений, управление которой исходит из внешних критериев рынка, рыночной конъюнктуры	Ю. Г. Одегов, Т.В. Никонова [5]
Производственная организация, рассматриваемая как фирма	А.Смит, А.Маршал[6]

Рассматривая черты организации как экономической системы и опираясь на ее системные признаки, мы проследили эволюцию взглядов на систему вообще и, в том числе экономическую, по траектории, включающей оценочные позиции, существенные для процессов управления, в

следующем порядке: целостность → иерархичность →целенаправленность →способность к развитию. Эволюция взглядов на систему и экономическую систему демонстрируется на основании приведенных нами авторских мнений (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Эволюция взглядов на экономическую систему с точки зрения управления

Определение	Особенность	Автор, источник
Множество составляющих единство элементов, связей и взаимодействий между ними и внешней средой, образующие присущую данной системе целостность, качественную определенность и целенаправленность. Комплекс избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие приобретает характер взаимодействия компонентов на получение фокусированного полезного результата	Целостность и целенаправленность	Х.Р. Фридач, В. Шмидт [7]
Целенаправленная система, в ней люди имеют собственные цели	Целенаправленность	Д.А. Аакер[8]
Определяется заданием системных объектов, свойств и связей. Системные объекты – это вход, процесс, выход, обратная связь и ограничения	Управляемая целостность	К.В. Балдин, С.Н. Воробьев[9]
Определенная соподчиненность подсистем различных уровней на основе сочетания централизованного управления и автономности частей. Структура, в которой существует подразделение множества составляющих ее элементов на подмножестве разных уровней	Сложность, иерархичность	Ю.Г. Одегов, А.В. Карташова [10]

Характеризуя перерабатывающую организацию АПК как экономическую систему, мы отмечаем наличие в ней: во-первых, общих свойств, присущих организации-системе вообще; во-вторых, отличительных качеств, включая имущественную и юридическую обособленность, при которой система остается открытой; наличие целей деятельности, которым присущ не только экономический, но и социальный характер; черты социальной системы, где доминируют отношения, отражающие интересы причастных сторон.

Таким образом, перерабатывающая организация в составе АПК, имея все содержательные черты системы в целом, характеризуется нами как экономическая система рядом

конкретизирующих ее деятельность качеств, основными из которых мы считаем: особенности взаимосвязей и взаимодействий; характер бизнес-деятельности (управляемые бизнес-процессы); целевая направленность деятельности; включенность в системы высших и низших порядков; способность реагировать на изменения внешней и внутренней среды как предпосылка и следствие открытости.

Тем не менее, свойства, присущие перерабатывающей организации как подсистеме АПК, требуют более тщательного их рассмотрения, необходимость чего диктуется пребыванием ее в условиях динамично развивающейся волатильной среды [11-15].

Перерабатывающая организация, существующая в составе аграрно-промышленного комплекса (АПК) является, по существу, частью сложной производственно-экономической системы, представляя собой сложную систему

внутри более сложной [1, 6]. Для иллюстрации этого утверждения на рисунке 1 приведена схема позиционирования перерабатывающей организации в составе АПК.

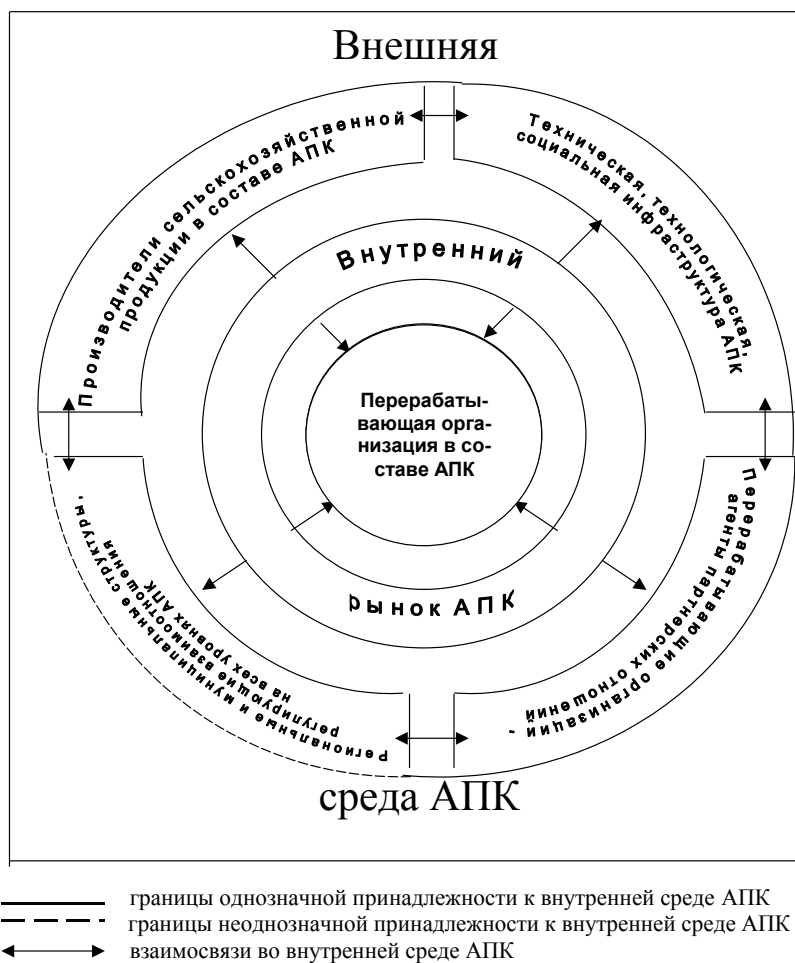


Рисунок 1. Перерабатывающая организация как подсистема АПК

На рисунке 2 показана структура внутренней среды перерабатывающей организации - подсистемы АПК в соответствии с функциональным назначением самой организации и ее функциональных элементов. Рассматриваемая система имеет весьма сложную структуру, объединяющую разнородные элементы с помощью разнообразных, разнонаправленных, разнохарактерных и взаимопроникающих связей. Поэтому, мы считаем закономерным системный подход к управлению развитием сложной организацией в многомерной и динамичной среде, который должен отвечать требованиям конгруэнтности, обеспечивающим условия успешности управления, когда в системе элементов достигается их сходная зна-

чимость и формируется тенденция сбалансированности реализации имеющихся факторов для достижения целей развития.

Существующая сегодня бизнес - среда с ее возрастающим динамизмом и усилением воздействия на внутреннюю среду причастных сторон вызывает необходимость постоянного приспособления к создающимся условиям и поиск разрешения возникающих сложностей. Существование экономических субъектов и, в частности, перерабатывающих организаций АПК с сохранением устойчивой конкурентоспособности в изменяющейся среде требует новых подходов к управлению их деятельностью, отвечающих миссии, целям и задачам, которые они выполняют.

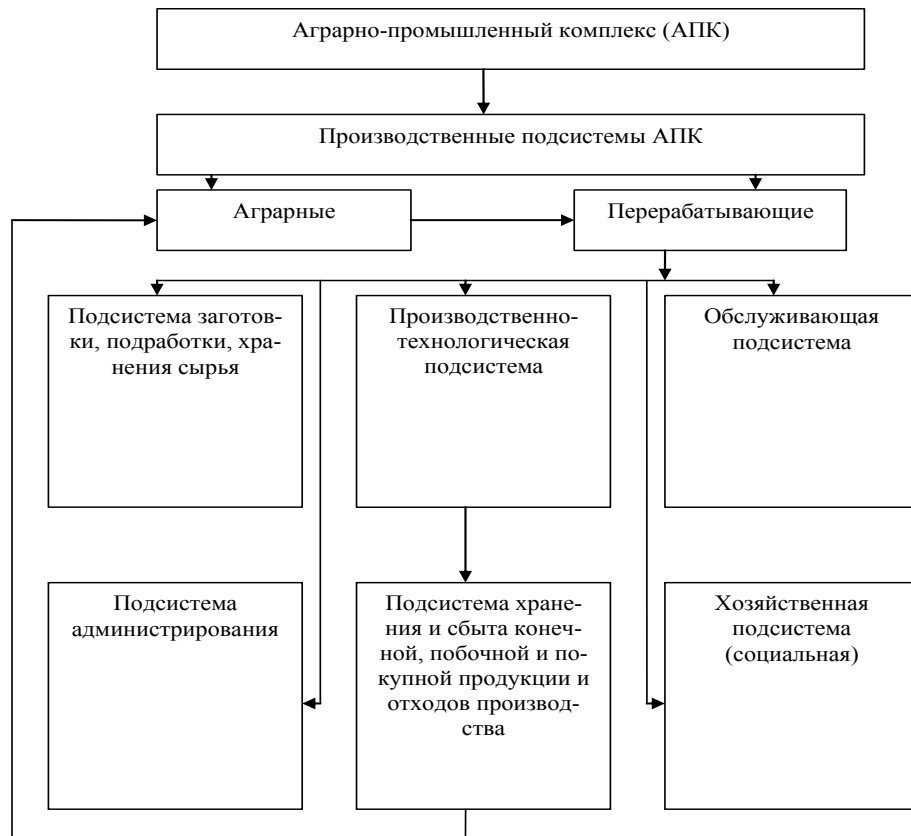


Рисунок 2. Перерабатывающие организации АПК как сложные экономические системы

Важность фактора изменений среды состоит в поддержании устойчивости и конкурентоспособности организации и основывается на закономерностях связей между ними. В этом сосредотачивается стратегическая цель системного подхода к управлению организацией, теоретически выражаемая нами как:

$$\begin{aligned} C_{org} &\rightarrow Y_{org}, \quad \text{при } I_{org} \triangleleft I_{cr} \\ Y_{org} &= fI_{org}, \\ I_{org} &= fI_{cr}, \end{aligned} \quad (1)$$

где C_{org} - стратегическая цель поддержания и сохранения устойчивой конкурентоспособности организации в условиях изменений среды; Y_{org} - устойчивая конкурентоспособность организации; I_{org} - изменения во внутренней бизнес - среде организации; I_{cr} - изменения во внешней бизнес - среде организации.

Изменения бизнес-среды часто являются источником, нарушающим баланс бизнес-процессов перерабатывающих организации. Они могут носить глобальный характер, реакция на которые требует внесения корректив в страте-

гию и даже цели организации, или быть краткосрочными и частными, требующими тактических мер по минимизации их последствий.

При этом имеется в виду, что организация как система представлена определенным множеством взаимосвязанных элементов, образующих устойчивое единство и целостность, и ее можно выразить следующим образом:

$$E = \{e_i\}, \quad i=1, \dots, n - \text{система } (E), \text{ состоящая из множества } (n) \text{ элементов } (e_i);$$

состоящая из множества (n) элементов (e_i) ;

$$S = \{q_{ij}\}, \quad ij=1, \dots, n - \text{множество связей}$$

(S) , каждая из которых (q_{ij}) связывает элементы $(e_i \text{ и } e_j)$;

$Z = \{E, S\}$ - структура системы, определяемая множеством ее элементов (E) и связей между ними (S) ;

$$\Phi^E = f[(\Phi_1^e, \Phi_2^e, \dots, \Phi_i^e, \dots, \Phi_n^e) * S^e]$$

- состояние системы (Φ^E) как функция состояний (Φ_i^e) ее элементов (n) .

Состояние системы Φ в любой период (момент) времени (t) зависит от функции (f_c) ее входов (состояния входов) X_t :

$$\Phi_{(t)} = f_c(X_t), \quad (2)$$

а также $\Phi_{(t)}$ в любой момент времени (t) зависит от предшествующих ее состояний в моменты ($t-1, t-2, \dots, t-k$), то есть от функций состояний (переходов).

Поэтому:

$$\Phi_{(t)} = f_c[X(t), \Phi(t-1), \Phi(t-2), \dots, \Phi(t-k)], \quad (3)$$

где f_c - функция состояния (переходов) системы.

Если связь между функцией входа $X(t)$ и функцией выхода $Y(t)$, определяющая процесс изменения системы, выражается (без учета предыдущих состояний):

$$Y(t) = f_c[X(t)], \quad (4)$$

где $Y(t)$ - функция выходов системы, то изменение системы, ее поведение, имеет выражение:

$$Y(t) = f_c \left[X(t), \Phi(t), \Phi(t-1), \Phi(t-2), \dots, \Phi(t-k) \right] \quad (5)$$

Тогда система в состоянии изменений

(Φ^u) по содержательному и временному параметрам выглядит так:

$$\Phi^u = f[\Phi^E, Y(t)]. \quad (6)$$

Имея в виду выполнение стратегической цели поддержания устойчивости организации в волатильной внешней бизнес-среде за счет внутренних изменений, важна качественная сторона этих изменений. Не возникает сомнений в том, чтобы эти изменения были преобразующими для обеспечения непрерывного развития перерабатывающих организаций.

Мы считаем имеющими право на существование следующие трактовки данных поня-

тий по признаку их смысловой принадлежности:

- изменение – трансформация пространственного и временного состояния системы, ее элементов, структуры, внутренних взаимосвязей между ее элементами, а также внешних взаимосвязей с окружающей средой;

- развитие – конкретный вид изменений, т.е. управляемое изменение системы в сторону прогресса, главные пределы развития заложены в самой системе;

- преобразование – это следствие изменений во внешней среде и причина изменений во внутренней среде.

Управление развитием организации должно включать последовательность преобразований, выводящих ее как экономическую систему на новый уровень, а развитие самой системы управления - предполагать качественные изменения, выражающиеся в способности адаптации организации к требованиям внешней среды. Таким образом, применение системного подхода к управлению развитие организации способно придать новые импульсы ее жизнедеятельности с приданием ей свойств развивающейся организации, таких как:

- приспособляемость к новым целям, адекватным изменениям условий бизнес - среды, нарушающим сложившиеся ранее взаимосвязи между элементами сложной системы (АПК);

- использование благоприятных возможностей для реализации целей;

- сотрудничество персонала и менеджмента в предотвращении разрушительных последствий изменений, воздействующих на организацию и востребованность персонала в управлении организационными преобразованиями и развитием организации;

- позитивное разрушение противоречий в предпосылках и последствиях изменений вследствие высокого уровня профессионализма, мотивированности и взаимного доверия сотрудников.

ЛИТЕРАТУРА

1 Брянцева Л.В. Система сбалансированного управления промышленно-производственными подсистемами АПК (монография). Воронеж: Научная книга, 2009. 545 с.

2 Брянцева Л.В., Полозова А.Н., Лохманова И.С. Сбалансированное управление организационным развитием: концепция, инструментарий (монография). Воронеж: Научная книга, 2007. 144 с.

3 Смирнов Э.А. Теория организации. М.: ИНФРА-М, 2002. 248 с.

4 Виханский О.С., Наумов А.И. Менеджмент: Учебник – 3-е изд. М.: Гардарики, 2002. 528 с.

5 Одегов Ю.Г., Никонова Т.В. Аудит и контроллинг персонала. Учебное пособие. М.: Экзамен, 2004. 544 с.

6 Смит А. Исследование о природе и причине богатства народов. М.: Соцэкгиз, 1962. 684 с.

7 Фридач Х.Р., Шмидт В. Сбалансированная система показателей. М.: Финансы и статистика, 2007. 158 с.

8 Аакер Д.А. Стратегическое рыночное управление. СПб.: Питер, 2002. 544 с.

9 Балдин К.В., Воробьев С.Н. Управленческие решения: теория и технология принятия. Учебник для вузов. М.: Проект, 2004. 304 с.

10 Одегов Ю.Г., Карташова А.В. Управление персоналом, оценка эффективности. Учебное пособие для вузов. М.: Экзамен, 2004. 256 с.

11 Брянцева Л.В. Системный подход к технологии сбалансированного менеджмента // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. №4. С. 167-171.

12 Полозова А.Н. Мониторинг развития организаций сахарной промышленности // Сахар. 2004. №1. С. 8-14.

13 Полозова А.Н. Стратегия управления устойчивым развитием организаций сахарной промышленности // Сахар. 2003. №6. С. 16-22.

14 Полозова А.Н., Брянцева Л.В. Управленческий анализ в отраслях. М.: КНОРУС, 2010. 336 с.

15 Полозова А.Н. Мониторинг развития организаций сахарной промышленности // Сахар. 2004. №2. С. 13-20.

REFERENCES

1 Briantseva L.V. Sistema sbalansirovannogo upravleniia promyshlenno-proizvodstvennymi podsystemami APK (monografija) [The system of sustainable management of industrial and production subsystems APC]. Voronezh, Nauchnaia kniga, 2009. 545 p. (In Russ.).

2 Briantseva L.V., Polozova A.N., Lokhmanova I.S. Balanced management of organizational development: concept, tools. Voronezh, Nauchnaia kniga, 2007. 144 p. (In Russ.).

3 Smirnov E.A. Organization Theory. Moscow, INFRA-M, 2002. - 248 p. (In Russ.).

4 Vikhanskii O.S., Naumov A.I. Management. Moscow, Gardariki, 2002. 528 p. (In Russ.).

5 Odegov Iu.G., Nikonova T.V. Auditing and controlling staff. Moscow, Exam, 2004. 544 p. (In Russ.).

6 Smith A. Study of the nature and cause of the wealth of nations. Moscow, Sotsekgiz, 1962. 684 p. (In Russ.).

7 Fridach H.R., Schmidt B. Balanced Scorecard. Moscow: Finance and Statistics, 2007. 158 p. (In Russ.).

8 Aaker D.A. Strategic market management. Saint Petersburg, Peter, 2002. 544 p. (In Russ.).

9 Baldin K.V., Vorobiev S.N. Management decisions : Theory and technology adoption. Moscow, Proekt, 2004. 304 p. (In Russ.).

10 Odegov Iu.G., Kartashov A.V. Personnel management , performance evaluation. Moscow, Exam, 2004. 256 p. (In Russ.).

11 Briantseva L.V. Systematic approach to technology management balanced. Herald of the Voronezh State University of Engineering Technology, 2012, no. 4, pp. 167-171. (In Russ.).

12 Polozova A.N. Monitoring the development of the sugar industry organizations. Sugar, 2004, no. 1, pp. 8- 14. (In Russ.).

13 Polozova A.N. Management strategy of sustainable development of the sugar industry organizations. Sugar, 2003, no. 6, pp. 16 -22 (In Russ.).

14 Polozova A.N., Briantseva L.V. Management analysis in industries. Moscow, KNORUS, 2010. 336 p. (In Russ.).

15 Polozova A.N. Monitoring the development of the sugar industry organizations. Sugar, 2004, no. 2, pp. 13 -20. (In Russ.).

УДК 663/664:334

Доцент Н.В. Грищенко

(Воронежский институт кооперации (филиал) АНО ВПО Белгородского университета кооперации, экономики и права) кафедра экономики. тел. 89507694810
E-mail: 294394@mail.ru

Associate Professor N.V. Grishchenko

(Voronezh Institute of cooperation (affiliate) ANO VPO Belgorod University of cooperation, Economics and law) Department of Economics. phone 89507694810
E-mail: 294394@mail.ru

Методика оценки экономической эффективности формирования корпоративных образований в пищевой промышленности

Methods of evaluating the economic efficiency of formation of corporate entities in the food industry

Реферат: Одним из важнейших вопросов совершенствования управления корпоративными образованиями в пищевой промышленности является обеспечение единого методологического подхода к оценке экономической эффективности. С целью дальнейшего совершенствования данного подхода рассмотрены методические аспекты оценки эффективности создания и развития организационных систем, а также опыт проведения расчетов оценочных показателей. Оценка эффективности формирования корпоративных образований в пищевой промышленности следует проводить в зависимости от стадии формирования корпоративного образования, что обуславливает выделение следующих этапов: проведение предварительных расчетов, позволяющих получить прогнозные оценки на стадии генерации идеи, ее проверки и проектирования корпоративного образования; расчет индикаторов эффективности формирования корпоративного образования; уточняющие расчеты, выполняемые на стадии функционирования корпоративного образования, позволяющие учесть не только основные направления достижения эффекта вследствие формирования корпоративной структуры, но и новые источники экономии, связанные с возможностью получения сформированной структурой системных преимуществ; определение эффективности организации управления корпоративным образованием; расчет интегрального коэффициента эффективности корпоративного образования. Предложена методика оценки эффективности формирования корпоративных образований, подлежащая практической реализации в аналитических целях, отличающаяся набором показателей и индикаторов, рассчитываемых дифференцированно в зависимости от фазы (стадии) корпоративного совершенствования, позволяющих получить объективное представление о промежуточной результативности и итоговой эффективности формирования корпоративных образований в пищевой промышленности. Предназначение данной методики заключается в выявлении внутренних резервов совершенствования формирования корпоративного образования и управления им. Пользователями данной методики могут выступать руководители и специалисты корпоративных образований, заинтересованные в объективной оценке результатов реализации корпоративной стратегии, а также представители органов государственной (исполнительной) власти, в целях принятия объективных решений по поводу распределения государственных субсидий, дотаций и оказания поддержки наиболее устойчивым субъектам отраслевого рынка.

Summary: One of the most important issues of improving the management of corporate entities in the food industry is a unified methodological approach to the assessment of economic efficiency. To further improve this methodology approaches evaluation of the efficiency of the creation and development of organizational systems, as well as experience the calculations of estimated figures. Evaluation of the effectiveness of the formation of corporate entities in the food industry should be carried out depending on the stage of the formation of corporate education, which leads to the allocation of the following stages: preliminary calculations, allowing to obtain projections at the stage of idea generation, validation and design of corporate education; calculation of performance indicators corporate education; clarifying the calculations performed on the stage of functioning of corporate education, allowing to take into account not only the main directions of effect due to the formation of corporate structures, but also new sources of savings associated with the possibility of obtaining a formed structure of the system benefits; determination the effectiveness of the organization management corporate education; calculating the integral of the coefficient of efficiency of corporate education. The technique of an estimation of efficiency of formation of corporate entities, subject to practical implementation for analytical purposes, a different set of metrics and indicators calculated differentially depending on the phase (phase) corporate improvement that allows you to get an objective view of the intermediate output and outcome effectiveness of the formation of corporate entities in the food industry. The purpose of this technique is to identify the internal resources of improving the formation of corporate education and management. Users of this technique can be leaders and specialists of the corporate entities interested in an objective assessment of the results of the implementation of the corporate strategy, as well as representatives from the government (Executive) authorities, in order to make objective decisions about the distribution of state subsidies, subsidies and support to the most stable entities of the industry's market.

Ключевые слова: экономическая эффективность, методика оценки, индикаторы эффективности, корпоративные образования, пищевая промышленность

Key words: economic efficiency, method of evaluation, performance indicators, corporate education, food industry

Обеспечение единого методологического подхода к оценке экономической эффективности - один из важных вопросов совершенствования управления. С целью дальнейшего совершенствования методики целесообразно рассмотреть подходы к оценке эффективности создания и развития организационных систем, и обобщить опыт проведения расчетов оценочных показателей.

Применительно к вопросу оценки управляемости организационной системы показателем является оценка эффективности создания производственных объединений. Обоснованию методологических подходов в этой области уделяется достаточно много внимания, особенно в литературе 80-х, 90-х годов.

Так, рассматривая проблему оптимизации управления промышленностью, Дрогичинский Н. Е. [5] подробно исследует вопросы совершенствования форм организации производства и управления, выделяет типы производственных объединений и отмечает основные недостатки в работе по их созданию. По мнению автора, предварительно следует разрабатывать проект организации объединения. Эту работу он рекомендует осуществлять в несколько этапов, на каждом из которых выполняется расчет экономической эффективности с разной степенью детализации. Экономическую эффективность предлагается определять как сумму экономии, получаемой за счет увеличения объема производства, роста производительности труда и снижения себестоимости, уменьшения капитальных затрат, сокращения численности персонала в органах управления.

Основные направления повышения эффективности в результате создания объединений Н. Е. Дрогичинский предлагает распределить на следующие группы: специализация производства, централизация служб, перераспределение функций по уровням управления, совершенствование организации управления внутри предприятий, внедрение математических методов и современной вычислительной техники в управление производством и производственными процессами. По каждой из указанных групп достаточно подробно перечисляются направления повышения эффективности производства и факторы экономии. Однако, на наш взгляд, следовало бы провести разграничение показателей эффективности и факторов, видов экономии и ее составляющих, методов и подходов к исчислению этих показателей.

С. Е. Каменицер, В. М. Лагуткин и другие, подробно рассматривая методику оценки эффективности создания и развития производственных объединений, подчеркивают, что

обоснование организационной целесообразности вариантов создания должно базироваться на сопоставлении показателей, характеризующих уровень специализации, кооперирования и комбинирования, степень совершенствования производственной и организационной структуры, управления и принятые методы организации производственного процесса [6].

К положительным сторонам данной методики следует отнести следующее: в ней определены источники эффективности; приведен не только перечень основных оценочных показателей, но и методы их расчета; рекомендован подход к обеспечению сопоставимости показателей при сравнении двух вариантов (элиминирование структурных сдвигов, корректировка показателей групп самостоятельных предприятий по объему выпуска продукции, себестоимости, трудоемкости, численности работающих и производственным фондам); выделен завершающий этап в расчетах — определение годового экономического эффекта, по результатам которого принимается решение о целесообразности организации производственного объединения [3].

Калита Н. С. и Манцуров Г. И. предлагают методику предварительных укрупненных расчетов оценки эффективности. При этом, они исходят только из обобщающих, групповых, наиболее существенных источников экономии, к которым относят: снижение себестоимости, учитывающей экономию трудовых и материальных затрат; темпы роста объема производства и производительности труда; условную экономию капитальных вложений, образующуюся в связи с лучшим использованием основных производственных фондов; экономию управленческих расходов, получаемую в результате совершенствования всей структуры и организации управления [7]. В данной методике оценку эффективности вновь созданной организационной системы планируется определять по показателям абсолютного прироста.

Расчет абсолютного прироста и общего объема валовой продукции по созданным производственным объединениям осуществляется согласно формулам:

$$\Delta V_o = \sum_i^n \frac{V_{\phi_i}}{q_{\phi_i}} q_{o\phi_i} - V_{\phi_n} \quad (1)$$

где ΔV_o - абсолютный размер прироста валовой продукции, полученной в результате производственно-хозяйственной деятельности

объединений; $\frac{V_{\phi_i}}{q_{\phi_i}}$ - абсолютный размер выра-

ботки валовой продукции в расчете на одного работающего, фактически достигнутый в базисном году каждой группой предприятий; $Ч_{оф_i}$ - численность работающих в каждой группе предприятий в условиях объединения; $Ч_{фл}$ - абсолютный объем валовой продукции в базисном году по сумме предприятий.

$$V_o = V_{фл} + \Delta V_o, \quad (2)$$

где V_o - объем валовой продукции в результате создания производственных объединений; $V_{фл}$ - объем валовой продукции по сумме предприятий, фактически достигнутый в базисном году.

И. П. Кочевых и О. М. Семенив предлагают в качестве основных показателей использовать: прибыль и уровень рентабельности производственного комплекса; капитальные вложения, необходимые для создания и функционирования организационной системы; коэффициент общей (абсолютной) эффективности капиталовложений; коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений и срок окупаемости; себестоимость единицы продукции или работы; производительность труда. К дополнительным показателям они считают возможным отнести: изменение удельного расхода топлива, энергии, сырья, материалов, снижение трудоемкости продукции и работ по управлению; высвобождение рабочих; улучшение использования оборудования и производственных площадей; качество продукции, долговечность, надежность [8].

В этой методике обоснован подход к численности основных и некоторых дополнительных показателей экономической эффективности создания и развития объединений, приведены формулы расчета и рекомендации по определению эффекта от совершенствования управления. Положительным является и то, что авторы значительно расширяют круг принимаемых в расчет факторов при определении изменения себестоимости продукции в результате создания и функционирования объединений, факторы снижения себестоимости продукции объединены в группы по следующим основным направлениям: изменение структуры продукции (номенклатуры и ассортимента); увеличение объема производства и, как следствие, относительное уменьшение условно-постоянных расходов; повышение уровня организации производства и труда; повышение технического уровня производства; рост производительности труда [2].

Однако следует отметить, что расчет снижения себестоимости продукции по такому кругу факторов весьма затруднен при обосновании создания объединений и оценке эффективности их функционирования из-за недостаточной информационной обеспеченности расчетов [4].

Методика Лаврикова Ю.А., Русинова Ф.М. и Чумакова В.И. предлагает укрупненный расчет экономической эффективности для проектирования всех видов объединений осуществлять по показателям, которые по количественному составу и экономическому содержанию не имеют существенных отличий по сравнению с другими литературными источниками. Очевидно, поэтому и не ставилась цель детально рассматривать методы расчета этих показателей. Особый интерес предлагаемого авторами подхода и с научной, и практической точки зрения состоит в попытке обосновать методы определения эффективности организации управления производством на базе создания объединения и расчета потенциальной эффективности системы управления производством [9].

В условиях комплексного решения задач совершенствования управления производством и дальнейшего развития самих управляющих систем такой подход необходим. Наряду с этим, на наш взгляд, рассматриваемые методы расчета требуют более глубокого обоснования и уточнения. Так, эффективность организации управления производством $\mathcal{E}_y$ предлагается определять в условиях работы до и после создания новой организационной системы по формуле:

$$\mathcal{E}_y = \left[(a_1 - a_2) + \left(\frac{Y_n^1}{B_1} - \frac{Y_n^2}{B_2} \right) \right] B_2 - E_n \kappa_{ед}, \quad (3)$$

где a_1, a_2 - текущие затраты на единицу продукции (работ) по статьям условно-переменных расходов в себестоимости продукции; Y_n^1, Y_n^2 - годовая сумма условно-постоянных расходов в себестоимости продукции, руб.; B_1, B_2 - годовой объем продукции (работ), руб.; E_n - нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности капиталовложений; $\kappa_{ед}$ - единовременные затраты, связанные с созданием объединения, руб.

Выражение, приведенное ниже, представляет разность условно-постоянных расходов на единицу продукции в условиях работы разобщенных предприятий и в составе объединения. Обозначив их как b_1 и b_2 соответственно, всю запись в квадратных скобках можно преобразовать:

$$(a_1 - a_2) + \left(\frac{Y_n^1}{B_1} - \frac{Y_n^2}{B_2} \right) = (a_1 - a_2) + (b_1 - b_2) = (a_1 + b_1) - (a_2 + b_2), \quad (4)$$

при этом:

$$(a_1 + b_1) = c_1,$$

$$(a_2 + b_2) = c_2,$$

где c_1 и c_2 – себестоимость единицы продукции, руб.

Умножив разность себестоимости единицы продукции на годовой выпуск и сравнив с приведенными к году единовременными капитальными затратами, определяем годовой экономический эффект. Следовательно, и в данном случае для оценки экономической эффективности организации объединений используется такой же подход, как и в рассмотренных выше методиках.

Авторы правильно отмечают, что при создании объединений значительно увеличиваются возможности управляющих систем. Для выявления управленческих резервов предлагается определять потенциальную эффективность системы управления производством в объединении $\mathcal{E}_{ny}$ по формуле [5]:

$$\mathcal{E}_{ny} = Z_{y_1} \frac{P_{n_{m_1}}}{P_{m_1}} - Z_{y_2} \frac{P_{n_{m_2}}}{P_{m_2}}, \quad (5)$$

где Z_{y_1}, Z_{y_2} соответственно управленческие расходы при существующей и проектируемой системе управления производством; P_{m_1}, P_{m_2} соответственно производственные мощности цеха (предприятия, объединения) при существующей и проектируемой системе управления производством; $P_{n_{m_1}}, P_{n_{m_2}}$ – абсолютные величины резервов производственных мощностей цехов (предприятий, объединения) при проектируемой и существующей системе управления.

Вместе с тем, авторы не дают обоснованной трактовки экономического содержания составляющих этой формулы и получаемого результата, а также не определяют диапазон возможности ее практического использования.

Андрианов Б.С. и Лысов Н.Е. предлагают осуществлять оценку эффективности создания производственных объединений в разрезе отдельных мероприятий по показателям: прирост реализуемой продукции и прибыли, снижение себестоимости, экономия капитальных вложений, увеличение производственных мощностей, повышение качества продукции, сокращение расходов на содержание аппарата управления. Суммарная условно-годовая экономия, по мнению авторов, должна включать экономию в управлении, в производстве, а также полученную вне данной системы. Предложение является правильным, однако сложность практиче-

ской реализации его заключается в отсутствии методики расчета указанных составляющих. Авторы также ограничиваются тем, что приводят только общую формулу расчета суммарной условно-годовой экономии [1].

Обобщая рекомендуемые в экономической литературе методы оценки эффективности создания и развития производственных объединений, можно отметить следующее.

Все они обосновывают необходимость применения двух методов оценки эффективности – укрупненного и детализированного. Укрупненный метод применяется для определения целесообразности реорганизации управления на основе образования объединений или для предварительных расчетов на первой стадии организационного проектирования по отдельным объектам. Детализированные расчеты выполняются при разработке технико-экономической части проектов для обоснования мероприятий по совершенствованию организации производства и управления. Некоторые различия по количеству и составу показателей оценки эффективности не носят принципиального характера [3].

Наряду с этим нет единого мнения по методическому подходу к выделению той доли эффективности, которая получена только в результате создания объединения, поскольку на развитие сложных социально-экономических систем и их отдельных элементов оказывает влияние большое количество взаимосвязанных факторов. Тем не менее, выделение этой доли имеет принципиальное значение для обоснования вывода о целесообразности рассматриваемого проекта, поэтому данный вопрос требует дальнейшей разработки [10].

Обобщение теоретических разработок, подходов и методов технико-экономического обоснования создания и развития производственных объединений, изложенных в специальной экономической литературе, общетраслевых и отраслевых методических рекомендаций и практического опыта оргпроектирования дает возможность сформулировать некоторые направления совершенствования методики оценки эффективности [11].

С целью выявления степени реализации преимуществ объединений следует не только определять абсолютное увеличение объема выпускаемой продукции за счет мероприятий по углублению и внедрению прогрессивных форм специализации, рационализации кооперированных связей, совершенствованию организационной структуры управления, централизации вспомогательных и обслуживающих работ и др., но и выделять его долю в общем приросте

объема производства, достигнутого в расчетном периоде по сравнению с базисным [12].

Общий прирост объема производства может быть представлен как сумма:

$$\Delta B = \Delta B_y + \Delta B_d, \quad (6)$$

где ΔB_y , ΔB_d — прирост объема выпускаемой продукции соответственно за счет мероприятий по совершенствованию организации производства, управления и за счет других факторов, тыс. руб.

Относительная величина ΔB_y (в %) определяется по формуле:

$$d_y = \frac{\Delta B_y}{\Delta B} 100. \quad (7)$$

Расчет доли прироста объема выпускаемой продукции за счет мероприятий по внедрению прогрессивных форм специализации, рационализации кооперированных связей, совершенствованию организационной структуры управления и др. позволяет оценить уровень реализации преимуществ новой формы организации производства и управления.

Относительное увеличение объема выпускаемой продукции за счет реализации мероприятий, включенных в оргпроекты создания и развития производственных объединений, может быть положено в основу определения прироста прибыли:

$$\Delta \Pi = \frac{\Delta B_y \Pi_6}{100} + \Delta C, \quad (8)$$

где Π_6 — прибыль от реализации продукции в базисном периоде, тыс. руб.; ΔC — снижение себестоимости продукции за счет совершенствования организации производства и управления, тыс. руб.

При расчете относительного высвобождения оборотных средств и экономии от снижения материальных затрат также следует учитывать долю прироста объема производства за счет мероприятий по совершенствованию организации производства и управления:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{oc} &= (O_p - O_6 I_6) \frac{d_y}{100}; \\ \mathcal{E}_m &= (M_p - M_6 I_6) \frac{d_y}{100}, \end{aligned} \quad (9)$$

где O_p , O_6 — сумма оборотных средств в расчетном и базисном периодах, тыс. руб.; I_6 — индекс роста объема производства; d_y — доля прироста объема производства за счет мероприятий по совершенствованию организации производства и управления, %; M_p , M_6 — затраты на все виды материалов,

сырья, топлива, энергии в расчетном и базисном периодах, тыс. руб.

Состав слагаемых при расчете экономии от снижения себестоимости продукции обусловлен спецификой производства и особенностями в подходах к оценке эффективности отдельных мероприятий по совершенствованию организации производства и управления. Поэтому следует либо определять экономию как сумму снижения затрат по всем включенным в проекты мероприятиям совершенствования организации производства и управления, либо полнее учитывать слагаемые этого синтетического показателя.

При втором подходе необходимо упростить формулы расчетов, рекомендуемые в методике оценки эффективности создания и развития производственных объединений. Так, экономия за счет условно-постоянных расходов в соответствии с методическими рекомендациями определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_c = \left(1 - \frac{100}{100 - \Delta A}\right) \frac{C_1 v_y}{100}, \quad (10)$$

где ΔA — прирост объема выпуска за счет мероприятий по созданию и развитию объединения, %; C_1 — себестоимость продукции в базисном году, руб.; v_y — удельный вес условно-постоянных расходов в себестоимости продукции в базисном году, %.

Франчук В.И. для оценки управляемости системы предлагает применять оценочный метод [12]. Использование этого метода предполагает наличие для каждой организационной системы (ОС) из числа образующих проблемный объект двух количественных оценок, получаемых экспертным или расчетным путем:

- оценки (V) эффекта, получаемого от данной ОС до внедрения новой системы;
- оценки (W) эффекта, ожидаемого от данной ОС после внедрения новой системы (когда данная ОС будет в составе ОУ (объекта управления)).

Алгоритм метода заключается в выполнении следующих этапов.

1. Для каждой ОС, входящей в состав проблемного объекта, находится разность (W - V).

2. ОС с положительной величиной разности ранжируются в порядке убывания ее величины. Если таковых не окажется, то делается вывод о нецелесообразности создания новой ОС.

3. Выбирается ОС с наименьшим ранговым числом.

4. Экспертным или расчетным путем оцениваются затраты на создание новой ОС. Если они не превысят лимитов ресурсов, выделенных на создание новой ОС, то данная ОС включается

в состав ОУ и далее следует возврат к п. 3.

В соответствии с позицией автора, оценку эффективности формирования корпоративных образований пищевой промышленности следует проводить в зависимости от стадии формирования корпоративного образования, что обуславливает выделение следующих этапов.

1. Проведение предварительных (укрупненных) расчетов, позволяющих получить прогнозные оценки на стадии генерации идеи, ее проверки и проектирования корпоративного образования. Характерным для данной стадии является выявление возможных резервов экономии и получения дополнительного дохода вследствие корпоративного совершенствования.

2. Расчет индикаторов эффективности формирования корпоративного образования, таких как: индикатор роста прибыли; индикатор роста рентабельности; индикатор снижения себестоимости производства единицы продукции; индикатор роста производительности труда; снижение удельного веса расхода сырья и материалов; индикатор повышения объемов производства; индикатор повышения использования производственной мощности.

3. Уточняющие расчеты, выполняемые на стадии функционирования корпоративного образования, позволяющие учесть не только основные направления достижения эффекта вследствие формирования корпоративной структуры, но и новые источники экономии, связанные с возможностью получения сформированной структурой системных преимуществ:

1) оценка эффективности структурных связей корпоративного образования ($\mathcal{E}_{cc}$):

$$\mathcal{E}_{cc} = F(g_i, g_{ij}), \quad (11)$$

где g_i – перечень рассматриваемых элементов новой корпоративной структуры; g_{ij} – перечень связей элементов новой корпоративной структуры; $g_i = (x_r); g_{ij}(x), i = 1, 2, \dots, l; j = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, z$

2) расчет коэффициента результативности корпоративного совершенствования (K_{kc}):

$$\mathcal{E}_y = \left[(a_1 - a_2) + \left(\frac{Y_n^1}{B_1} - \frac{Y_n^2}{B_2} \right) \right] B_2 - E_n K_{ед}, \quad (12)$$

где a_1 , a_2 – текущие затраты на единицу продукции (работ) по статьям условно-переменных расходов в себестоимости продукции, р.; Y_n^1, Y_n^2 – годовая сумма условно-постоянных расходов в себестоимости продукции, р.; B_1, B_2 – годовой объем продукции (работ), р.; E_n – коэффициент сравнительной экономической эффективности капиталовложений (эталонный); $K_{ед}$ – единовременные затраты, связанные с формированием корпоративного образования (сертификация СМК, разработка

регламентов корпоративной социальной ответственности), р.

4. Определение эффективности организации управления корпоративным образованием.

5. Расчет интегрального коэффициента эффективности корпоративного образования:

$$I_\phi = \mathcal{E}_B \alpha_1 + \mathcal{E}_C \alpha_2 + \mathcal{E}_\mathcal{E} \alpha_3 + \mathcal{E}_K \alpha_4 + \mathcal{E}_O \alpha_5 + \mathcal{E}_\Phi \alpha_6 + \mathcal{E}_Y \alpha_7, \quad (13)$$

где $\alpha_n (n=1, \dots, 7)$ – коэффициенты относительной важности частных коэффициентов интегральной эффективности, $\mathcal{E}_B$ – коэффициент бюджетной эффективности, $\mathcal{E}_C$ – коэффициент социальной эффективности, $\mathcal{E}_\mathcal{E}$ – коэффициент экономической эффективности, $\mathcal{E}_K$ – коэффициент коммерческой эффективности, $\mathcal{E}_O$ – коэффициент организационной эффективности, $\mathcal{E}_\Phi$ – коэффициент финансовой эффективности, $\mathcal{E}_Y$ – коэффициент управленческой эффективности КО.

Интегральный коэффициент эффективности корпоративного образования представляет собой функцию компонентов и принимает значения от 0 до 1, зонированные в соответствии со шкалой желательности Е. Харрингтона (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Оценка эффективности формирования корпоративных образований

Уровень эффективности формирования КО	Нижняя граница	Верхняя граница
Очень низкий	0,00	0,20
Низкий	0,21	0,37
Средний	0,38	0,63
Высокий	0,64	0,80
Очень высокий	0,81	1

Расчеты, выполненные согласно данным рекомендациям, позволяют оценить результативность управленческих воздействий, направленных на обеспечение соответствия отраслевых предприятий основным признакам корпоративных образований.

Таким образом, предложенная методика оценки эффективности формирования корпоративных образований, отличается набором показателей и индикаторов, рассчитываемых дифференцированно в зависимости от фазы (стадии) совершенствования, позволяющих получить объективное представление о промежуточной результативности и итоговой эффективности формирования корпоративных образований в пищевой промышленности. Предназначение данной методики заключается в выявлении внутренних резервов совершенствования формирования корпоративного образования и управления им.

ЛИТЕРАТУРА

REFERENCES

1 Андрианов Б.С., Лысов Н.Е. Эффективность производственных объединений. Минск: Беларусь, 1974. 79 с.

2 Грищенко Н.В., Сироткина Н.В. Теория и практика формирования корпоративных образований: монография. Воронеж: ООО ИПЦ «Научная книга», 2013. 240 с.

3 Грищенко Н.В., Сироткина Н.В. Процедура формирования корпоративных образований в пищевой промышленности // Регион: системы, экономика, управление. 2013. № 3 (22). С.108-114.

4 Грищенко Н.В., Сироткина Н.В. Сценарный подход к формированию корпоративных образований в пищевой промышленности // Теоретические и прикладные вопросы экономики и сферы услуг. 2013. №8. С. 21-26.

5 Дрогичинский Н.Е. Организация управления промышленностью и планирования на современном этапе. М.: Экономика, 1965.- С.62.

6 Каменицер С.Е., Сирота Н.Л., Прибыш Р.А. Техничко-экономическое обоснование организации производственных объединений. М.: Экономика, 1969. С.70-78

7 Калита Н. С., Манцуров Г.И. Социалистическое производственное объединение. М.: Экономика, 1972. С.91

8 Кочевых И.П., Семенов О.М. Проблемы, поиски, решения. Львов: Каменяр, 1973. 100 с.

9 Лавриков Ю.А., Русинов Ф.Л., Чумаков В.И. Интеграция социалистического производства и управления. М.: Мысль, 1975. С. 259 - 260.

10 Серебрякова Н.А., Фараджева Э.С. Методические рекомендации по совершенствованию системы стратегического управления промышленным предприятием (на примере ОАО «Елань-Коленовский сахарный завод») // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013.- №2 (56). С. 244-248.

11 Серебрякова Н.А. Концептуальные основы организации и осуществления управленческого консультирования для обеспечения эффективности менеджмента организации // Теоретические и прикладные вопросы экономики и сферы услуг. 2013. №5. С. 37-48.

12 Серебрякова Н.А. Обеспечение эффективности системы менеджмента организации на основе развития управленческого консультирования // Теоретические и прикладные вопросы экономики и сферы услуг. 2013. №6. С. 43-50.

1 Andrianov B. S., Lysov N. E. Effectiveness of production associations. Minsk, Belarus, 1974. 79 p. (In Russ.).

2 Grishchenko N.V., Sirotkin N.V. Theory and practice of formation of corporate educations. Voronezh: JSC IPTs Nauchnaya kniga, 2013. 240 p. (In Russ.).

3 Grishchenko N.V., Sirotkina N.V. Procedure of formation of corporate educations in the food industry. Region: systems, economy, management, 2013, no. 3 (22), pp. 108-114. (In Russ.).

4 Grishchenko N. V., Sirotkina N. V. Scenario approach to formation of corporate educations in the food industry. Theoretical and applied questions of economy and a services sector, 2013, no. 8, pp. 21-26. (In Russ.).

5 Drogichinskii N.E. Organization of management of the industry and planning at the present stage. Moscow, Economy, 1965. 62 p. (In Russ.).

6 Kamenitser S.E., Sirota N.L., Pribysh R.A. Feasibility study on the organization of production. Moscow, Economy, 1969. pp. 70-78. (In Russ.).

7 Kalita N. S., Mantsurov G. I. Socialist Production Association. Moscow, Economy, 1972. 91 p. (In Russ.).

8 Nomadic I.P., Semeniv O. M. Problems, searches, solutions. Lviv: Kamenyar, 1973. 100 p. (In Russ.).

9 Lavrikov Ju.A., Rusinov F.L., Chumakov V.I. Integration of socialist production and management. Moscow, Thought, 1975. pp. 259 - 260. (In Russ.).

10 Serebriakova N.A., Faradzhev E.S. Methodical recommendations about improvement of system of strategic management of the industrial enterprise (on the example of JSC Elan-Kolenovsky Sugar Plant). Bulletin of the Voronezh state university of engineering technologies, 2013, no. 2 (56), pp. 244-248. (In Russ.).

11 Serebriakova N. A. Conceptual bases of the organization and implementation of administrative consultation for ensuring efficiency of management of the organization. Theoretical and applied questions of economy and a services sector, 2013, no. 5, pp. 37-48. (In Russ.).

12 Serebriakova N. A. Ensuring system effectiveness of management of the organization on the basis of development of administrative consultation. Theoretical and applied questions of economy and a services sector, 2013, no. 6, pp. 43-50. (In Russ.).

УДК 338.439+336.221

Доцент А.Б. Ефимов, доцент М.Н. Гринева

(ФГБОУ ВПО Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I) кафедра экономической теории и мировой экономики. тел. 8-950-775-91-04
E-mail: grinevamn@yandex.ru

Associate Professor A. B. Efimov, associate Professor M.N. Grineva

(Voronezh state agrarian university of a name of emperor Peter I) Department of economic theory and world economy. phone 8-950-775-91-04
E-mail: grinevamn@yandex.ru

Проблема обеспечения продовольственной безопасности России и пути ее решения

The problem of ensuring food security of Russia and its solutions

Реферат. На фоне стремительно меняющегося мира развитие несет нам не только определенные блага, но в соответствии с диалектикой развития, и различные новые угрозы. Человечество подошло к такой черте, что продолжать игнорировать новые и старые угрозы становится невозможным и проблема обеспечения безопасного развития в современном мире выходит на первый план, и в том числе проблема продовольственной безопасности. Продовольственная безопасность – важное направление не только научных исследований, но и государственной политики. Это мощный геополитический фактор и главный инструмент обеспечения устойчивости социально-экономических процессов в стране. В связи с чем, в статье предпринята попытка разработать теоретические положения и практические рекомендации по обеспечению продовольственной безопасности как основной предпосылки повышения уровня жизни в условиях рыночной экономики. Также рассматриваются наиболее явные угрозы российской экономике с учетом ее продовольственной безопасности, акцентируется внимание на зависимости продовольственной безопасности России от налоговых поступлений агропродуктового сектора экономики. Авторы выделяют основные причины, способствующие недополучению государством налоговых платежей и их влияние на обострение продовольственной безопасности страны. Вместе с этим предлагаются определенные направления решений, способных обеспечить в кратчайший период выход аграрного сектора и смежных с ним отраслей экономики из кризиса, которые будут способствовать повышению уровня экономической безопасности государства в целом.

Summary. On the background of a rapidly changing the world the development brings us not only the certain benefits, but, according to the dialectic of development, a variety of new threats. Mankind has come to such a trait that to continue to ignore the new and old threats is impossible and the problem to ensure the safe development of the modern world comes to the fore, including the problem of food security. Food security is not only an important area of research but also a public policy. It is a powerful geopolitical factor and the main instrument for achieving stability of the socio-economic processes in the country. In this connection, the article attempts to develop a theoretical and practical recommendations on food security as a basic precondition for improving living standards in a market economy. It also discusses the most obvious threats to the Russian economy in view of its food security, focuses on the dependence of food security of the Russian tax flow from these agroproductive sector. The authors identify the main reasons for the shortfall in state tax payments and their impact on the worsening food security. At the same time they offer some ways of the communication that can provide the output of the agricultural sector and related industries of the economy from the crisis in the shortest period that will increase the level of economic security of the country.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, налоги, продовольственный рынок, сельское хозяйство

Key words: food security, taxes, food market, agriculture

Трансформация экономической системы в России остро поставила перед государством задачу обеспечения национальной безопасности во всех ее проявлениях, включая, прежде всего, продовольственную безопасность. Это вызвано не только переходом к рынку как открытой хозяйственной системе, но и появлением целого комплекса новых дестабилизирующих институциональных и хозяйственных процессов, подрывающих экономику страны. В первую очередь, к ним следует отнести значительное падение уровня жизни.

Обеспечение населения высококачественными продуктами питания, а также состояние продовольственного рынка были и остаются наиболее актуальными проблемами для каждого государства. Продовольственный рынок, в свою очередь, должен обеспечивать стабильный, гарантированный доступ населения к продовольствию в необходимом количестве и ассортименте.

© Ефимов А.Б., Гринева М.Н., 2014

В настоящее время, учитывая рост численности населения в мире и острую нехватку основных базовых продуктов питания в ряде стран, экспорт и импорт продовольствия становится одним из основных факторов формирования и развития межгосударственных экономических отношений.

Федеральный закон «О продовольственной безопасности Российской Федерации» определяет продовольственную безопасность как состояние экономики, при котором обеспечивается продовольственная независимость страны и гарантируется доступность продовольствия для всего населения в количестве, необходимом для активной и здоровой жизни.

По нашему мнению, главными критериями продовольственной безопасности являются физическая и экономическая доступность продовольствия, гарантии качества и безопасности пищевых продуктов, снижение до минимально возможного уровня импортной зависимости рынка.

Мы считаем, что осуществляемые в России социально-экономические преобразования, вызванные открытием границ, стихийной интеграцией России в мировой продовольственный рынок, затронули все без исключения сферы и отрасли народного хозяйства, в том числе сельское хозяйство и рынок продовольствия. Это привело к появлению особой категории угроз продовольственной безопасности – налоговой.

Взаимосвязь продовольственной безопасности и налоговой безопасности государства очевидна. На наш взгляд, уклонению от уплаты налогов организаций, занятых в сфере снабжения населения продовольствием, способствуют:

- большие обороты готовой продукции, сырья и материалов;
- высокий процент возможной порчи товара в силу естественных причин;
- широкие возможности в области реализации контрафакта;
- сложность осуществления налогового контроля в сфере стихийно образующихся точек реализации продукции (во дворах; с собственных автотранспортных средств и т.д.);
- высокий удельный вес правонарушений в области бухгалтерского учета, проще говоря, отсутствие первичных документов и учетных регистров как объектов мониторинга;
- массовое использование неисправного учетно-измерительного оборудования и т.д.

Нельзя отрицать тот факт, что продовольственные рынки были и остаются одним из наиболее криминализированных участков российской экономики. Приведем в пример фальсификацию. Фальсификация продуктов осуществляется следующими методами: снижается ценность продукта путем добавления к нему недорогого компонента или путем изъятия у него более ценных составных частей; низкие сорта продуктов подделываются под более высокие; вводятся вещества для предупреждения быстрой порчи продукта (борная кислота, соль, специи). Чем это чревато с точки зрения налоговой безопасности? В связи со снижением объемов отечественного производства многих пищевых продуктов и неуклонного роста импорта продовольственного сырья и пищевых продуктов количество поступающих на потребительский рынок фальсифицированных продуктов питания огромно. При этом последствия от их потребления наносят колоссальный вред качеству жизни человека. Кроме того, реализация фальсифицированной продукции не регистрируется и, соответственно, с точки зрения ценовой конкуренции становится более выгодной, нежели легитимная торговля и уплата налогов и сборов в полном объеме.

Снижение социально-нравственных критериев в одних областях неизбежно ведет к их падению в других. Основными причинами сложившегося положения, на наш взгляд, являются:

- низкий уровень доходов населения и низкая потребительская грамотность;
- недостаточная профессиональная подготовка большинства предпринимателей и непосредственных продавцов;
- наличие многочисленных посредников между изготовителем и потребителем;
- несовершенство законодательной базы и нескоординированность деятельности контролирующих и правоохранительных органов;
- широкое развитие внемагазинных форм торговли, в том числе на рынках, которые остаются одной из самых неблагополучных сфер торговли.

Именно на рынках, согласно материалам проверок МВД, торговля ведется без государственной регистрации и зачастую контролируется преступными группировками, специализирующимися на производстве и реализации фальсифицированной продукции. Малообеспеченные слои населения больше всего страдают от продажи некачественных товаров, приобретая товары на рынках и в мелкорозничной сети. Палаточная и лоточная торговля не имеют условий ни для продажи, ни для хранения товаров.

В современных условиях развития экономики возрастают роль и значение налогов как регулятора рыночной экономики, поощрения и развития приоритетных отраслей народного хозяйства [1]. Через налоги государство может проводить энергичную политику в развитии наукоемких и ресурсоемких производств, в том числе организаций и предприятий агропромышленного комплекса.

Современная трехуровневая налоговая система Российской Федерации является результатом реформ, которые были вызваны необходимостью создания системы налогообложения, наиболее соответствующей рыночным отношениям и предоставляющей возможность каждому уровню власти самостоятельно формировать доходную часть своего бюджета, исходя из собственных налогов, регулирующих налогов и неналоговых поступлений. В то же время остается множество проблем, в частности, нестабильность налогов, пересмотр ставок, количества и объема льгот. Постоянные изменения, отсутствие экономической концепции налогообложения, органически вписывающейся в продовольственную стратегию государства на более или менее продолжительный период, играют отрицательную роль, особенно для организаций, занятых в сельском хозяйстве и в переработке сельскохозяйственной продукции.

Функционирование сельскохозяйственного производства, национальных и наднациональных рынков продовольствия на Западе целиком основано на системе государственного регулирования. Защита внутреннего рынка и выравнивание условий производства – неизбежные компоненты экономической политики каждого государства, причем аграрная сфера является практически обязательной зоной относительно высокого уровня защиты. Эти защитные меры, кроме импортных тарифов, включают компенсационные сборы, акцизы, различного рода налоги и неналоговые ограничения в виде квот [2].

Мы считаем, что реформы привели к значительным структурным изменениям в системе АПК при общем спаде сельскохозяйственного производства и поставок продовольствия. Доля вклада АПК в доходы народного хозяйства значительно понизилась, вклад же самого сельского хозяйства как основы АПК, также сократился по всем показателям. Это, несомненно, представляет серьезную проблему с точки зрения продовольственной безопасности. Поскольку нивелирование уровня угроз в продовольственной сфере зависит от уровня развития экономики, это

означает, что обеспечение экономической безопасности является важнейшим условием продовольственной безопасности.

В свою очередь, продовольственные ресурсы формируются в сфере агропромышленного производства. Таким образом, АПК, в той степени, насколько он обеспечивает население продовольствием, выступает гарантом социально-экономической стабильности общества, политической и экономической независимости государства.

В основе обеспечения продовольственной безопасности лежит организация всего агропромышленного комплекса, охватывающая крупные национальные аспекты, такие как выращивание растений и животных, а также обеспечение средствами производства и реализация конечной продукции, и, в целом, обеспечение экономической безопасности [3]. В конечном итоге, продовольственная безопасность является комплексным понятием, предполагающим обеспечение физической и экономической доступности продуктов питания для населения в объемах, ассортименте и качестве, необходимых для здоровой жизнедеятельности, с учетом достигнутого уровня доходов населения или их роста за счет преимущественно внутреннего производства продуктов питания с учетом норм, рекомендуемых Институтом питания РАМН.

Значительный период времени в России отмечалось снижение экономического потенциала и уровня жизни населения. Это связано с системным кризисом и спадом во всех отраслях народного хозяйства, что надолго закрепило сохранение угрозы экономической и продовольственной безопасности отдельных регионов и страны в целом.

Анализ сложившейся ситуации показывает, что в результате ликвидации централизованной системы планирования и распределения материальных ресурсов нарушились хозяйственные связи между сельскохозяйственными товаропроизводителями, переработчиками и потребителями. Данное обстоятельство послужило началом резкого снижения объемов производства отечественных продуктов питания и потребления их на душу населения, привело к поставкам продовольствия, содержащего генномодифицированные источники. Это, несомненно, представляет собой угрозу экономической безопасности функционирования продовольственных рынков страны.

Одновременно с этим необходимо подчеркнуть, что в последние годы потребность

населения России в продовольственных товарах удовлетворяется за счет отечественного производства в среднем на 50-60 %, что свидетельствует о зависимости страны от импорта, это также является прямой угрозой национальной безопасности в сфере экономики. В то время как для России желательным пределом продовольственного самообеспечения является 80-85 %, т.е. для того чтобы была обеспечена продовольственная безопасность населения, 80-85 % потребляемых продуктов питания должны производиться собственным аграрным сектором страны, а предел в 75 % является критическим.

По разным экспертным оценкам, граница продовольственной безопасности находится на уровне импорта продовольствия в размере 18-35 % потребления. Существенное превышение критического уровня, даже по самым низким оценкам, в России обусловлено, прежде всего, кризисным положением сельского хозяйства. Такое положение связано в большей степени с неэффективными способами проведения экономической реформы в целом и аграрной, в частности.

При реформировании аграрного производства приоритет был отдан не главной функции сельского хозяйства – насыщению продовольственного рынка продуктами растительного и животного происхождения и сырьем пищевой и легкой промышленности, а социально-экономической задаче – созданию нового класса собственников, который представлял бы собой силу, способную решить проблему продовольствия в стране. Важнейшая функция сельскохозяйственного производства, предполагающая обеспечение потребностей населения в продуктах питания, необходимых для поддержания жизни и здоровья нации, выпала из внимания при реформировании в стране.

Проведение реформ привело к кризису в аграрном секторе экономики и вызвало серьезные деформации в обеспечении населения страны продовольственными товарами, а также привело к росту преступлений экономической направленности в сфере оптовой и розничной торговли продовольствием.

Продовольственная безопасность тесно связана с экономической безопасностью в целом, поскольку именно от состояния экономики страны зависят развитие агропромышленного комплекса и рост благосостояния народа.

Мы считаем, проблемы продовольственной безопасности необходимо решать только путем сочетания рыночного саморегулирования с государственным воздействием на развитие рынка продовольствия и государственной

поддержкой аграрного сектора экономики. Стабилизация и дальнейшее развитие агропромышленного комплекса, прежде всего, требуют создания таких условий для его сердцевины – сельского хозяйства, которые бы обеспечивали расширенное воспроизводство на основе целевой, дифференцированной по отраслям, зонам и регионам страны поддержки производителей продовольствия. Развитие аграрного сектора экономики невозможно без ее общего подъема и перехода от свертывания производства к расширенному воспроизводству, вместе с тем ключом к росту объемов производства является аграрное производство.

В последние годы, в результате общеэкономических преобразований, сельскохозяйственные и промышленные товаропроизводители не могли в полной мере реализовать свою продукцию. В этих условиях иностранные производители и поставщики быстрее сориентировались. Произошло заполнение российского рынка импортной продукцией, поставляемой по демпинговым ценам. Большинство импортных продовольственных товаров, ввозимых в Россию по демпинговым ценам, нередко бывают низкого качества, экологически опасными и даже запрещенными в развитых странах.

В связи с этим часть российских производителей не выдержали конкуренции, многие разорились. Данный процесс объясняется распадом системы централизованных поставок сельскохозяйственной продукции и продовольствия без создания новых распределительных рыночных структур. Это привело к возникновению стихийных продовольственных рынков, неорганизованному посредничеству в сфере сбыта продукции, присваивающему значительную долю прибыли. Одной из причин сложившейся ситуации являются существующие недостатки федерального законодательства, которое в недостаточной мере защищает российского сельхозпроизводителя и не позволяет ему быть конкурентоспособным на мировом рынке продовольствия.

В связи с этим масштаб проблемы требует неординарных подходов и решений, способных обеспечить в кратчайший период выход аграрного сектора и смежных с ним отраслей экономики из кризиса, которые будут способствовать повышению уровня экономической безопасности государства в целом. Следовательно, одним из важнейших стратегических направлений государственной продовольственной политики на ближайший период должно быть создание эффективной рыночной системы

производства, распределения, обмена и сбыта сельхозпродукции и продовольствия, переход от нецивилизованных рынков к организованным продовольственным рынкам, а также разработка четкой и последовательной стратегии налогообложения, основывающейся на комплексном анализе имеющейся информации о сложившейся ситуации на продовольственных рынках России, с учетом международного опыта.

Важно иметь точные данные о состоянии продовольственной безопасности в стране, необходимые для составления прогнозов дальнейшего развития ситуации, различных эконо-

мических программ, а также принятия мер государственного регулирования, предоставления общественности достоверной информации о состоянии продовольственной безопасности в стране. В этих целях необходимо ведение мониторинга состояния продовольственной безопасности, в том числе составление баланса необходимого и фактического уровней производства продовольствия в государстве, сбор и анализ данных о снабжении населения жизненно важными продуктами питания, а также подготовка прогнозных оценок развития ситуации в области продовольственной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Черник Д.Г. Налоги и налогообложение. М.: Юрайт, 2013. 393 с.
- 2 Оглуздин Н.С. Продовольственная безопасность России [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.geopolitika.narod.ru
- 3 Rogov I.A., Dunchenko N.I., Poznyakovskii V.M., Berdutina A.V. et al. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов // Современные проблемы науки и образования. 2009. №1. С. 33.

REFERENCES

- 1 Chernik D.G Taxes and taxation: textbook for undergraduate, Moscow, Iurait, 2013. 393 p. (In Russ.).
- 2 Ogluzdin N.S. Food security of Russia. Available at: www.geopolitika.narod.ru. (In Russ.).
- 3 Rogov I.A., Dunchenko N.I., Poznyakovskii V.M., Berdutina A.V. et al. Safety of food raw materials and food. Modern problems of science and education, 2009, no.1, pp. 33. (In Russ.).

УДК 338.262.3

Ведущий экономист Т.В. Лутченко
(ОАО «Концерн «Созвездие»)
E-mail: orderly@yandex.ru

Lead economist T.V. Lutchenko
(JSC "Concern" Sozvezdie")
E-mail: orderly@yandex.ru

Подход к формированию стратегии предприятия, входящего в интегрированную структуру

The approach of strategy development company in the integrated structure

Реферат. В статье проанализированы существующие подходы к формированию стратегий автономно работающих предприятий с приведением схемы подобного формирования. Также приведена типовая модель разработки и реализации стратегии подобного предприятия. Анализ подходов показал, что наибольший интерес применительно к предприятиям, входящим в интегрированную структуру, является подход с позиции школы позиционирования, как наиболее отработанный с точки зрения определения выгодных позиций, по отношению к конкурентам. Так же этот подход с точки зрения методологии наиболее значим по накопленному опыту и потенциалу, а также упорядоченности процесса стратегического мышления. Кроме того, установлено, что подход с точки зрения школы позиционирования необходимо подкрепить подходом с позиций когнитивной школы, ориентирующийся на уровень научного познания. Это очень важно для условий РФ, где разработкой стратегии предприятия занимаются, как правило, самоучки на основе собственной структуры знаний и приобретенного опыта. Подобный комбинированный подход к разработке стратегий необходимо дополнить тщательным анализом ресурсов и возможностей как материнской компании, так и других предприятий интегрированной структуры, поскольку дополнительные конкурентные преимущества предприятия могут получить от взаимоотношений как между собой, так и материнской компанией. В статье приводится модель разработки и реализации стратегии предприятия, входящего в интегрированную структуру, в соответствии с вышеприведенным подходом с ее описанием. Приведенное исследование позволяет предприятиям учесть сложности вхождения в указанную структуру, а также оценить выгоды, которые должны быть больше затрат, связанных с вхождением.

Summary. The article analyzes existing approaches to forming the strategy independently operating companies with reduced scheme similar formation. Also shows a typical model of strategy development and implementation of such an enterprise. Analysis approaches showed that the greatest interest applies to enterprises within the integrated structure, is an approach from the perspective of school ranking as the most mature in terms of identifying profitable positions in relation to competitors. Also this approach in terms of methodology on the most significant experiences and potential, as well as streamlining the process of strategic thinking. In addition, it was found that the approach in terms of the school positioning to be supported by an approach from the perspective the school of cognitive, oriented toward the level of scientific knowledge. What is very important for the conditions of the Russian Federation, where the development strategy of the enterprise engaged in, as a rule, self-taught on the basis of its own structure of knowledge and experience gained. Such a combined approach to development strategies must be supplemented by a thorough analysis of resources and opportunities, as the parent company and other companies integrated structure as a competitive advantage, enterprises can get from the relationship between themselves and the parent company. The article provides a model for the development and implementation of the strategy of the enterprise included in the integrated structure, in accordance with the above approach with its description. The above research allows enterprises to take into account the complexity of entering into this structure, as well as to assess the benefits, which should be more than the costs associated with the entry.

Ключевые слова: стратегия, интегрированная структура

Keywords: strategy, integrated structure

В силу специфики работы предприятий, входящих в интегрированные структуры (ИС), могут оказаться несостоятельными традиционные подходы к формированию стратегий подобных предприятий. В изученной литературе обнаружить методологию исследования вопросов разработки стратегий предприятий, входящих в ИС, не удалось. Это обстоятельство не позволяет дать однозначный ответ на вопрос о выборе

наиболее эффективного подхода к разработке стратегии предприятия, входящего в ИС.

В связи с этим проанализируем подходы к формированию стратегий автономно работающих предприятий, затем, дополнив их специфическими для работы предприятий в составе ИС данными, сформулируем подход к разработке стратегии предприятий, входящих в ИС.

© Лутченко Т.В., 2014

Схему разработки стратегии автономно работающего предприятия в общем виде можно представить в виде, изображенном на рисунке 1. Модель реализации общей разработки стратегии автономно работающего предприятия (рисунок 1) можно представить в виде, изображенном рисунке 2.

В соответствии с моделью реализации стратегии автономно работающего предприя-

тия в первую очередь анализируется внешняя и внутренняя среда предприятия с определением его сильных и слабых сторон, а также возможностей и угроз методом SWOT-анализа. По результатам SWOT анализа разрабатываются мероприятия, направленные на предотвращение или минимизацию угроз и локализацию слабых сторон с корректировкой при необходимости целей, видения и миссии.

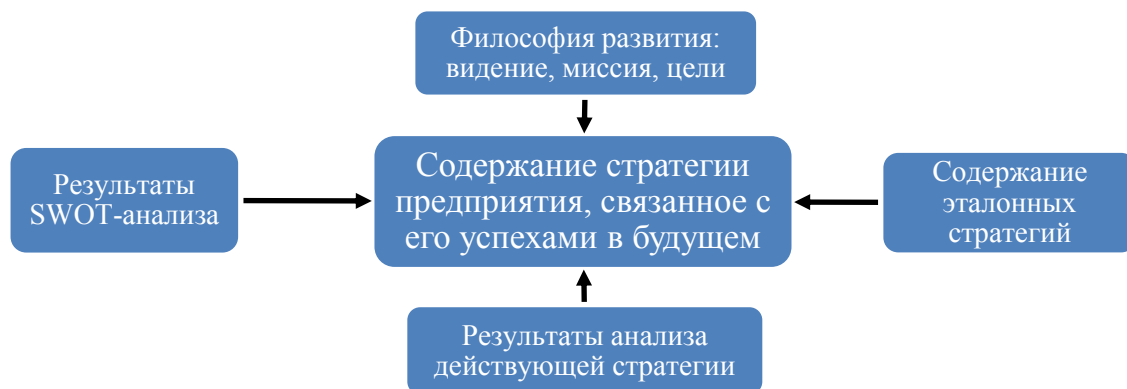


Рисунок 1. Схема разработки стратегии автономно работающего предприятия



Рисунок 2. Модель разработки и реализации схемы разработки стратегии автономно работающего предприятия

На втором этапе сопоставляются мероприятия по результатам SWOT-анализа с целями, действующей и эталонными стратегиями. На третьем этапе проводится при необходимости корректировка действующей стратегии или выбирается одна из эталонных, которые должны обеспечить выполнение целей,

предотвратить или минимизировать угрозы и локализовать влияние слабых сторон путем ориентации на сокращение издержек, на широкую дифференциацию продукции или сфокусированную стратегию на сокращение издержек, а возможно дифференциацию.

На четвертом этапе формируются функциональные стратегии подразделений предприятия, которые позволят поддержать выполнение сформированной стратегии предприятия.

На пятом, заключительном этапе разрабатывается план реализации сформированной стратегии предприятия.

В соответствии с представленной моделью проведем анализ существующих подходов к разработке стратегий автономно работающих предприятий. Изучение концепций разработки подобных стратегий в формулировках различных авторов позволило определить наиболее значимые подходы к формированию стратегии предприятия, которые представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Подходы к формированию стратегии

№ п/п	Виды подходов к формированию стратегий развития и их суть	Авторы подходов
1	Акцент в деятельности менеджмента предприятия: -предпринимательский - предпринимательское виденье будущего предприятия; -адаптивный - развитие предприятия осуществляется постепенно; -плановый - развитие осуществляется на основе планирования	К.М.Бартоли Д.С.Мартин
2	Подходы на основе выделения десяти школ стратегий: - прескриптивные (предписывающие)- школы дизайна, планирования, позиционирования; - дескриптивные (описательные) - школы предпринимательства, когнитивная, обучения, власти, культуры, внешней среды; - трансформации - школа конфигурации.	Г.Минцберг, Б.Альстрэнд, Дж.Лэмпел
3	Подход на основе определения ключевых ценностей и ключевых идеологий предприятия	Дж. Коллин, Дж. Поррас
4	Подход на основе создания и управления ключевыми компетенциями предприятия	Гари Хамел, К. К. Прахалад
5	Подход на основе развития ТОП-характеристик предприятия	К.Кристиансен
6	Подход на основе пяти элементов, обеспечивающих успех предприятия: -способности лидеров; -всестороннего анализа; -творческое стратегическое мышление; -процесс принятия стратегических решений; -обеспечение выполнения решений	Д.Хасси
7	Подход на основе представления существующих рынков в виде моделей двух типов океанов. Один океан – острая конкуренция по модели М.Портера (издержки и дифференциация). Второй океан – создание новых секторов рынка и новых спросов.	Чан Ким, Рене Моборн
8	Подход на основе самоорганизующихся систем для снижения бюрократизации	Грейсон Дж. (мл.), О'Делл К.
9	Подход на основе перехода к адхократическим структурам управления	Г.Минцберг
10	Подход на основе перехода от бюрократии к принципам демократии и переходу к самоуправляемому предприятию	К.Клок, Дж.Голдсмит
11	Подход на основе четырех видов планирования: - корпоративное; - интерактивное; - интуитивное; - хаотичное.	Б.Ричардсон, Р.Ричардсон

Появление большого количества различных подходов к разработке стратегий связано с постоянным поиском наиболее эффективных концепций достижения приемлемых результатов работы предприятий.

Все 11 подходов имеют очень много общих, сходных принципов, в основе которых и планирование, и позиционирование, и ключевые компетенции, и ценности и т.д.

Для российских предприятий, которые в большинстве своем находятся в стадии освоения стратегических методов управления, важно выбрать подходы к разработке стратегий, уменьшающие чрезмерную сложность их реализации, бюрократию, автократию, для обеспечения гибкости и быстроты реагирования на изменения. Необходимо иметь ввиду, что разработка стратегии не должна являться сугубо формализованным продуктом; она должна отличаться от других стратегий своим собственным видением на все происходящее как внутри, так и вне предприятия. Проанализируем подходы, изложенные в таблице 1 с точки зрения возможности их использования в условиях России в соответствии со схемой, изображенной на рисунке 1. Анализ подходов, приведенных в таблице 1 (п. 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11), показывает, что их использование является очень сложной задачей для понимания и, тем более, для использования.

Для российских предприятий наибольший интерес представляет подход, основанный на анализе десяти научных школ стратегий (п. 2 таблица 1). Классификация подходов в соответствии со школами стратегий удобнее из-за упрощенного ее использования, что важно для условий России, поскольку предприятия нашей страны только приступили к освоению стратегических методов работы. Суть научной школы стратегий представлена в таблице 2.

Анализ приведенных в таблице 2 школ стратегий показывает, что наибольший интерес вызывает школа позиционирования, поскольку она позволяет осуществить подход к формированию стратегий с помощью определения наиболее выгодных рыночных позиций к конкурентам и поиском методов, обеспечивающих победу над ними. Этот подход с точки зрения методологии наиболее значим по накопленному опыту и потенциалу, а также упорядоченности процесса стратегического мышления. Этот подход исходит из основной идеи, связанной с тем, что для каждого сегмента рынка имеется ограниченное число

ключевых стратегий, которые могут дать предприятию нужные результаты в виде конкурентных преимуществ.

Тем не менее, подход к разработке стратегии только с точки зрения школы позиционирования должен быть подкреплен уровнем научного познания, который может дать когнитивная школа, анализирующая процесс формирования стратегии с позиции познавательных способностей человека, что очень важно для условий РФ, где в большинстве случаев разработкой стратегий занимаются самоучки на основе собственной структуры знаний и приобретенного опыта.

Таким образом, применительно к российским условиям работы предприятий на данном этапе подход к разработке стратегий развития должен быть основан на комбинации из двух подходов – школы позиционирования и когнитивной школы.

Для работы предприятия в составе интегрированной структуры комбинированный подход к разработке стратегий, следует дополнить следующими положениями:

- при анализе мезосреды (под мезосредой в анализе подразумевается материнская компания и предприятия, входящие в интегрированную структуру) необходимо учесть фактор влияния руководства интегрированной структуры на деятельность предприятия, осуществляемый посредством управления им корпоративным центром материнской компании;

- в процессе анализа мезосреды также необходимо учесть фактор влияния на работу предприятия процесса установления взаимосвязей с другими предприятиями, входящими в интегрированную структуру и с материнской компанией, что также невозможно без координирующей роли корпоративного центра.

Т а б л и ц а 2

Научные школы стратегий

№ п/п	Авторы	Школа	Характерное слово	Особенности стратегии	Содержание стратегии	Процесс руководства	Тип предприятия	Подход к разработке стратегии	Руководитель разработки стратегии
	К. Эндрюс	Дизайна	Соответствие	Потребность в новом курсе	Уникальные перспективы	Доминирование, оценивание	Отработанный процесс	Переосмысление деятельности	Руководитель
	И. Ансофф	Планирования	Формализация	Внутренняя и внешняя среда стабильны	Стратегический план	Чуткое восприятие процессов	В совершенстве отработанный процесс	Стратегическое планирование	Плановики
	М. Портер	Позиционирования	Анализ	Выбор одной из типовых стратегий	Запланированные позиции, хитрые приемы	Чуткое восприятие результатов анализа	В совершенстве отработанный процесс	Оценка	Аналитики
	Й. Шумпетер	Предпринимательства	Предвидение	Видение образа будущего	Уникальный взгляд, поиск рыночной	Интуитивное	Простая форма принятия	Зарождение, реструктуризация	Лидер
	Д. Марч	Когнитивная	Фреймы ¹	Стратегия как познание	Интеллектуальный взгляд, индивидуальное понимание	Пассивное творчество	Любой	Переосмысление	Разум
	Ч. Линдблом	Обучения	Обучение	Нет четкой стратегии	Образцы и схемы действий, уникальная	Чуткое к обучению	Специально созданная профессиональная организация	Развитие, значительные изменения	Тот, кто лучше учится
	Г. Аллисон	Власти	Овладение	Стратегия это маневр, а не перспектива	Политические образцы, тайные методы	Слабое, точно не установленное	Закрытое предприятие, своя сеть	Политические проблемы, блокирование	Облеченные властью
	Э. Ремман	Культуры	Объединение	Сохранение традиций	Коллективная перспектива, уникальная	Символическое	Миссионерская, застенелая бюрократия	Укрепление, инертность	Коллектив
	Д. Фриман	Внешней среды	Преодоление	Стратегия определяется внешней средой	Особые позиции рыночных ниш	Бессильное	Покоряется внешней среде	Зрелость, смерть	Окружение
	Г. Минцберг	Конфигурации	Трансформация	Стратегия-это процесс трансформации	Любая	Проводник изменений	Любой	Упор на трансформацию	Все варианты

¹ Фрейм – это способ представления знаний, представляющий собой схему действий

В процессе анализа мезосреды и ее влияния на определение подхода к разработке стратегии предприятия необходимо установить роль корпоративного центра в этом процессе. По мнению большинства авторов, занимающихся корпоративным управлением, целью корпоративного центра нового типа больше не является централизованное планирование и надзор за предприятиями, входящими в ИС. Надзор и контроль все меньше имеют смысл в эпоху быстро меняющихся технологий и рынков. Информационные технологии и аутсорсинг изменили многие функции корпоративного центра. Лучше руководителя предприятия никто не знает направлений его развития.

В связи с этим тенденция развития корпоративных центров сводится к минимизации

их численности и контрольных функций. Основная цель корпоративных центров нового типа должна быть сфокусирована на установлении долгосрочных, взаимовыгодных взаимодействий между предприятиями ИС, действующих, как катализатор для их инновационного и организационного развития. Корпоративный центр должен обеспечить развитие и поддержание руководителями предприятий широкой стратегической перспективы. В связи с этим выбор модели работы корпоративного центра во многом может определить концепции подхода к разработке стратегии развития предприятия, входящего в ИС. Модель разработки и реализации стратегии предприятия, входящего в ИС, в соответствии с вышеизложенным подходом, представлена на рисунке 3.

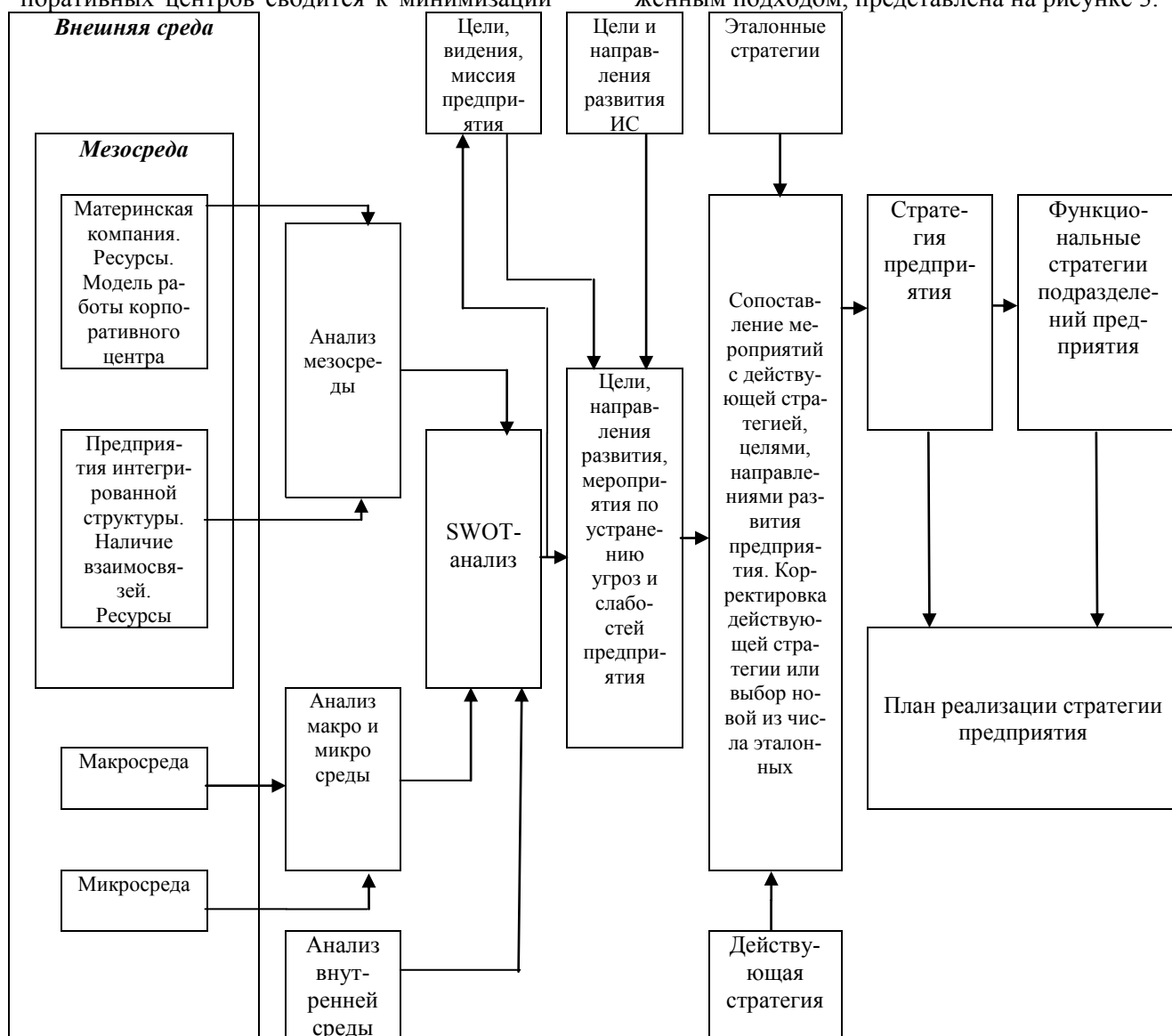


Рисунок 3. Модель разработки и реализации стратегии предприятия, входящего в интегрированную структуру в соответствии с разработанным подходом

В отличие от модели разработки и реализации стратегии автономно работающего предприятия в соответствии с рисунком 2, подход в соответствии с рисунком 3 учитывает влияние на процесс формирования стратегии развития предприятия, входящего в ИС, координирующую роль материнской компании, целей и направлений развития ИС, ресурсов предприятий и материнской компании.

На первом этапе проводится анализ внешней и внутренней среды. Особое внимание при этом уделяется анализу мезосреды, поскольку от взаимодействия предприятия с материнской компанией и другими предприятиями ИС зависит главный источник получения предприятием конкурентных преимуществ в виде обмена технологиями, использования общих баз по НИОКР, снабжению, ключевым компетенциям, опыту и др. При анализе мезосреды в качестве угрозы предприятию необходимо рассматривать возможную конкуренцию со стороны других предприятий ИС и материнской компании в процессе проведения конкурсов на осуществление новых разработок и поставки продукции.

В процессе анализа мезосреды необходимо определить выгоду от вхождения предприятия в интегрированную структуру, которая должна превосходить издержки за счет потери предприятием части самостоятельности, увеличения издержек, связанных с централизацией планирования и контроля со стороны материнской компании.

Анализ внешней и внутренней среды проводится по методике SWOT-анализа с разработкой мероприятий по ослаблению угроз, а также локализации слабых сторон предприятия. По итогам SWOT-анализа также уточняются цели и направления развития предприятия с учетом целей и направлений развития ИС. В результате сопоставления мероприятий,

составленных по результатам SWOT-анализа, с действующей стратегией предприятия, целями и направлениями развития предприятия должна быть либо скорректирована действующая стратегия, либо выбрана новая стратегия, из числа одной из эталонных (лидерство по низким издержкам, широкая дифференциация, сфокусированная стратегия по низким издержкам или дифференциация).

На основании стратегии развития разрабатываются функциональные стратегии развития подразделений предприятия: производства, финансов, маркетинга, НИОКР, технологий. Завершающим этапом является составление плана реализации разработанной стратегии развития предприятия, входящего в интегрированную структуру.

Проведенный в статье анализ позволяет сделать следующие выводы:

- разработка стратегии развития предприятия, входящего в интегрированную структуру, требует основательного теоретического и методологического совершенствования существующих подходов к разработке стратегий предприятий, изложенных в известной экономической литературе;

- предложенный подход к разработке стратегий развития предприятия, входящего в ИС, требует со стороны материнской компании координации как процесса разработки, так и реализации стратегий предприятий, входящих в интегрированную структуру. Вместе с этим должно координироваться установление взаимосвязей между предприятиями, а также между предприятиями и материнской компанией;

- в процессе осуществления анализа мезосреды необходимо определить целесообразность вхождения предприятия в интегрированную структуру и выгоды, которые должны превосходить затраты, связанные с вхождением.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Петров А. Стратегический менеджмент, 2012.
- 2 Минцберг Г., Альстренд Б., Пемнел Дж. Школы стратегий. СПб: Питер, 2000.
- 3 Портер М. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость. М.: Альпина бизнес Букс, 2006.

REFERENCES

- 1 Petrov A. Strategic Management, 2012 (In Russ.).
- 2 Mintsberg G., Alstrend B., Pemnel Dzh. Teaching strategies. Saint-Petersburg, Piter, 2000. (In Russ.).
- 3 Porter M. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. Moscow, Alpina Business Books, 2006. (In Russ.).

УДК 336.7

Аспирант М.С.Люфт, профессор И.В. Пещанская

(Москва, Рос.гос. ун-т. им. Г.В. Плеханова) кафедра страхования. тел. 8(904)686-39-31, 8(903)865-00-24

E-mail: mixluft@mail.ru)

Graduate M.S. Liuft, professor I.V. Peshchanskaia

(Moscow, Plekhanov Russian University of Economics) Department of insurance. phone 8(904)686-39-31, 8(903)865-00-24

E-mail: mixluft@mail.ru)

Кредитный конвейер как способ снижения риска недобросовестного поведения сотрудников банка

Credit assembly-line as a way to reduce the unfair behavior risk of bank employees

Реферат. Одной из важнейших характеристик риска недобросовестного поведения является круг лиц, влияющих на вероятность проявления риска: персонал банка, клиент и третьи лица. Этой проблеме (участие в мошенничестве персонала банка) посвящена данная статья. Приведена статистика потерь, вызванная наличием участия персонала банка в фактах недобросовестного поведения. По мнению автора, для решения данной проблемы в рамках кредитования заемщиков – субъектов малого предпринимательства (СМП), необходимо осуществить комплекс мер по совершенствованию работы с риском недобросовестного поведения. В рамках данных мер разработаны этапы совершенствования модели кредитного процесса сделок с СМП, определены содержание и задачи этапа. Первый этап данного совершенствования автор видит в разработке и внедрении нового механизма – кредитного конвейера. Дано определение кредитному конвейеру в рамках кредитования СМП, определены цели внедрения данного механизма. Представлен результат внедрения кредитного конвейера относительно каждого этапа кредитной сделки и вероятных форм проявления фактов недобросовестного поведения. Одной из причин участия персонала в реализации риска недобросовестного поведения является наличие различных мотивов (в том числе материальных) и меры или чувства ответственности. Для решения данной проблемы автором предложена система мотивов участников кредитного процесса. В качестве выводов по статье даны рекомендации по совершенствованию нормативно правовой базы и усилению внимания банка на систему мотивации персонала в случае вероятности возникновения риска недобросовестного поведения.

Summary. One of the most important characteristics of the unfair behavior risk is a circle of people influencing the risk's probability: bank staff, a customer or a third party. The article deals with this issue (bank staff's participation in cheating). It is given the statistics of the losses caused by the bank staff participation in facts of unfair behavior. According to the author, the improving package for work with the risk of unfair behavior must be implemented to solve this problem within the lending of borrowers - small and medium enterprises (SMEs). Developing stages of the model of a lending process and its deals with SME are devised as part of these measures, the content and objectives of a stage are defined as well. In author's opinion the first stage of this betterment is a development and adoption of a new mechanism – a credit assembly-line. It is given the definition of a credit assembly-line in the network of SME lending, the purposes of the mechanism's adoption are defined. The result of credit assembly-line adoption concerning each credit transaction of probable forms of unfair behavior is presented. One of the reasons for the staff's participation in the realization of unfair behavior risk is the presence of different motives (including material) and a measure or a sense of responsibility. The author offers the system of motives of players in credit process to solve the problem. As the conclusions of the article the author gives recommendations in relation to the regulatory framework improvement and to give more attention to the staff motivation system in case of the probability of the unfair behavior risk.

Ключевые слова: кредитный риск, недобросовестное поведение, персонал банка, кредитный конвейер, мошенничество, мотивация

Keywords: credit risk, unfair behavior, staff of the bank, credit assembly-line, cheating, motivation

Под банковскими рисками в законодательстве Российской Федерации понимается возможность утери ликвидности и (или) финансовых потерь (убытков), связанная с внутренними и внешними факторами, влияющими на деятельность банка [1]. Банковские риски представляют собой систему рисков, количество которых зависит от сложности организации и структур банковских процессов и сделок. Зачастую кредитный риск определяется как «риск неуплаты или уплаты не в срок заемщиком основного долга и процентов, начисленных на основной долг»

или «несоблюдение заёмщиком первичных условий кредитного договора». Более развёрнутым определением кредитного риска является: «кредитный риск – вероятность потерь, возникающих при неблагоприятном изменении структуры денежных потоков банка в результате неисполнения (или неточного исполнения) клиентами, контрагентами или эмитентами своих обязательств перед банком либо обязательств по сделкам, гарантированным банком» [2].

© Люфт М.С., Пещанская И.В., 2014

Одним из специфических видов кредитного риска является риск недобросовестных действий участников кредитной сделки. Под риском оппортунистического поведения в банковской деятельности понимается риск возникновения у банка убытков вследствие недобросовестного поведения участников процесса при осуществлении какой-либо банковской операции или сделки.

Базельский комитет по банковскому надзору в своей классификации операционных рисков стал уделять повышенное внимание рискам недобросовестного поведения со стороны персонала банка - было определено понятие такого типа событий, влекущих за собой убыток, относящихся к недобросовестному поведению как «внутреннее мошенничество» - убытки вследствие действий с намерением осуществить мошенничество, присвоить имущество или обойти нормативные акты, законодательство или политику компаний, исключая случаи дискриминации, с участием, как минимум, одной внутренней стороны [3].

Главным условием, способствующим возникновению риска недобросовестного поведения в рамках кредитования субъектов малого предпринимательства, является участие *персонала банка*. Со стороны банка источниками возникновения рисков недобросовестного поведения могут быть: сотрудники, имеющие доступ к материальным ценностям, информационным ресурсам, базам данных, составляющим коммерческую или банковскую тайну, сотрудники, принимающие непосредственное решение о возможности кредитования. Факты оппортунистического поведения, возникшие при содействии сотрудников банка, являются самыми опасными по своим последствиям.

Согласно статистическим данным, максимальная сумма причинённого ущерба по одному уголовному делу, расследующему факт недобросовестного поведения с участием сотрудников банка составил 2,69 млрд. рублей, при этом максимальный урон без участия сотрудников банка составил 468 млн. рублей, что делает проблему недобросовестного поведения сотрудников одной из наиболее важных. Так как данные действия со стороны сотрудников являются осознанными, то их можно расценивать как осознанное нанесение материального ущерба банку и, с юридической точки зрения, можно опреде-

лить как мошенничество, то есть хищение чужого имущества или приобретение права на чужое имущество путем обмана или злоупотребления доверием [4]. Несмотря на строгость наказания за данный действия, по данным статистики Национального бюро кредитных историй за первые 5 месяцев 2013 года количество кредитов с просрочкой первого платежа (срок просрочки более 90 дней) выросло на 25,19 % (что составило 0,7 % кредитного портфеля), данный показатель составлял 8,75 % и 9,31 % в 2012 и 2011 году соответственно [5].

В таблице 1 представлены данные о количестве кредитов с признаками мошенничества. Заметим, что данные предоставлены о выявленных фактах и сгруппированы лишь по выходу на просрочку с первого платежа. В данную выборку не попали кредиты, вышедшие на просрочку со второго платежа и далее, что является распространенным явлением, так как при выходе на просрочку с первого платежа банком проводится расследование обстоятельств выхода и инициируется иск на наличие фактов мошенничества.

Т а б л и ц а 1
Количество кредитов с признаками обманных действий в базе НБКИ

Дата	06.2013	06.2012	06.2011
Кол-во (шт.)	722008	478454	387680

По нашему мнению, решением проблемы недобросовестного поведения сотрудников банка при кредитовании субъектов малого предпринимательства может являться комплекс мер, направленный на совершенствование всей системы оценки кредитоспособности и усиления акцента внимания на риске недобросовестного поведения. В рамках комплекса мер необходимо решить следующие задачи:

- оптимизировать расходы временных и человеческих ресурсов, необходимых для анализа кредитоспособности заемщиков - субъектов малого предпринимательства;
- создать механизмы выявления и противодействия недобросовестного поведения со стороны сотрудников банка;
- внедрить данные механизмы.

Этапы совершенствования модели кредитного процесса сделок с субъектами малого предпринимательства представлены в таблице 2.

Совершенствование модели управления риском недобросовестного поведения в рамках кредитования субъектов малого предпринимательства

Этап	Содержание этапа	Задачи
Выработка общей системы управления риском недобросовестного поведения	Разработка системы идентификация риска	Определение зон проявления риска
		Определение источников формирования риска
		Выявление мотивов формирования рисков
Выработка общей системы снижения риска недобросовестного поведения	Внедрение системы кредитного конвейера	Оптимизация кредитного процесса
		Противодействие внутреннему оппортунизму
		Диверсификация риска
Выработка общей системы принятия риска недобросовестного поведения	Внедрение механизмов принятия риска и способов его снижения	Определение механизмов аутсорсинга риска

Первым направлением совершенствования является разработка системы принятия, обработки и передачи информации и документальных данных о клиенте внутри банка. Данная система называется кредитным конвейером. Д.А. Ягунов считает, что целями кредитного конвейера, как и конвейера на любом производстве являются увеличение объемов производства и снижение издержек на единицу выпускаемой продукции (то есть на выдаваемый кредит) [6].

Однако рассмотрение кредитного конвейера в современной банковской практике и литературе происходит только как IT-технологии в рамках потребительского кредитования, которая позволяет ускорить и оптимизировать данный процесс. По нашему мнению, данное определение приближает понятие кредитного конвейера к механизму кредитного скоринга. Этот механизм позволяет банкам построить процесс кредитной сделки по определенному сценарию от получения заявки до выдачи кредита. По статистике 2011 года 83 % банков используют скоринговую систему в потребительском кредитовании [7]. Шешукова Т.Г. и Быкова М.В. определяют скоринговый анализ как статистический процесс обращения информации о потенциальном заемщике в измеримое и объективное предсказание некоторых аспектов его поведения в будущем [8].

Для решения поставленных задач обобщим информацию и сформируем понятие кредитного конвейера с точки зрения кредитования субъектов малого предпринимательства. *Кредитный конвейер* – комплекс мер, система передачи и обработки информации о потенциаль-

ном заемщике – субъекте малого предпринимательства, осуществляемых в процессе оценки кредитоспособности заемщика, предназначенных для оптимизации процесса в части проверки, верификации, анализа данных, с целью принятия решения о возможности кредитования.

Внедрение кредитного конвейера, по нашему мнению, возможно для решения вопроса недобросовестного поведения со стороны сотрудников банка. Возможные варианты проявления риска недобросовестного поведения со стороны сотрудников банка, этапы сделки, в которых проявляется данный риск, а также результаты внедрения механизма кредитного конвейера представлены в таблице 3. Так как целью кредитного конвейера, предлагаемого к внедрению, является предотвращение риска недобросовестного поведения со стороны заемщиков банка, то работа кредитного конвейера будет строиться на принципах случайности распределения заявок по участникам процесса, отсутствия мотивационной заинтересованности части звеньев конвейера в предоставлении кредита потенциальному заемщику, недоступность информации об используемых методиках работы каждого отдельного звена кредитного конвейера для прочих звеньев, отсутствие возможности влияния клиента и участников кредитного процесса на лиц, принимающих решение о сделке. Главной предпосылкой недобросовестного поведения со стороны сотрудников банка является мотивационная заинтересованность, которая может выражаться в желании исполнения поставленных планов, коррупция, личное знакомство с клиентом.

Кредитный конвейер как метод предотвращения риска недобросовестного поведения со стороны сотрудников банка

Этап кредитной сделки	Возможные варианты проявления риска	Результат внедрения кредитного конвейера
Заведение заявки на кредит	Соккрытие взаимосвязанных фирм	Клиент не имеет физической возможности мотивировать сотрудников к реализации риска (сотрудники СБ и юридической службы в другом городе, возможно ГО)
Проверка службой безопасности	Соккрытие негативной информации	
Проверка юридической службой	Недостоверное отображение учредительной документации	
Сбор и анализ финансовых документов	Фальсификация финансовых документов	Отсутствие информации на местах о распределении сделок между андеррайдерами и информации о применяемой методике идентификации фальсификации.
Работа с залоговым обеспечением	Завышение стоимости залога	Случайное распределение заявок.
	Фальсификация возможности принятия имущества в залог	Специалист по оценке и мониторингу залога относится не к отделу малого бизнеса, а к службе безопасности
Принятие решения о кредитовании	Принятие положительного решения о кредитовании заведомо некредитоспособного заемщика.	Принятие решения о кредитовании происходит в ГО, людьми не заинтересованными в сделке.

Структура кредитного конвейера построена таким образом, чтобы исключить возможность возникновения данных видов мотивов. Концентрация кредитного риска и, в частности, риска не добросовестного поведения при кредитовании малого бизнеса, возрастает в случае наличия лиц, имеющих возможность воздействовать на характер принимаемого решения кредитной организацией. В рамках консервативного подхода к анализу кредитоспособности

субъектов малого предпринимательства, принятие решения о кредитовании данного субъекта, на каждой стадии кредитного конвейера, должно приниматься исходя из худшего варианта.

По нашему мнению, такая структура кредитного конвейера не требует внесения изменений в систему мотивации сотрудников с точки зрения премирования и зон ответственности, если она соответствует системе, представленной в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Система мотивов участников кредитного процесса

	Плановые нормативы	База для расчета премирования	Ответственность
Клиентский менеджер	Количество заявок на кредитование за отчетный период	Объем выдач	Доля отказов в общей сумме заявок
Специалист СБ	Время на обработку заявки	Уровень просроченной задолженности	
Кредитный аналитик	Время на обработку заявки	Объем выдач	Уровень просроченной задолженности
Специалист отдела по работе с залогами	Время на обработку заявки	Количество обработанных заявок и их сумма	Нормативный срок реализации залогового имущества, доля покрытия залогом кредита по факту реализации.
Специалист юридической службы	Время на обработку заявки	Успешность судебной практики	
Работник андеррайдинга	Время на обработку заявки	Уровень просроченной задолженности	

В рамках модели предлагаемого кредитного конвейера, взаимодействие с клиентом осуществляет только менеджер по привлечению клиентов. Принятие решения же происходит в головном офисе банка, соответственно, осуществляется аутсорсинг риска с филиалов и конкретных подразделений на

головной офис, где вероятность воздействия на рассматривающую сделку и принимающее решение лицо минимальна. Данное обстоятельство исключает возможность формирования мотивов для сотрудников и лиц, принимающих решение со стороны клиента.

По нашему мнению, осуществлять внедрение совокупности методов кредитного конвейера, включающей в себя идентификацию недобросовестного поведения сотрудников банка, следует с учетом следующего:

1. Усовершенствовать Положения Банка России № 254-П в части требования о переносе прав лиц о принятии решения по кредитной сделке строго в головной офис банка или филиал с обособленным подразделением анализа риска.

2. Расширить Статью 159.1 УК РФ на виды и зоны кредитного мошенничества и разработать меры и объем наказания по каждому виду кредитного мошенничества.

3. Дополнить статью 159.1 УК РФ понятием кредитного мошенника.

4. Отнести мошенничество персонала банка к мошенничеству по предварительному сговору.

Коммерческим банкам также требуется обратить внимание на:

1. Усовершенствование системы мотивации сотрудников – участников процесса кредитной сделки с ориентацией на долю просроченной задолженности в кредитном портфеле каждого сотрудника.

2. Разработку мер дисциплинарного воздействия на сотрудников банка в случае выявления недобросовестных действий в процессе рассмотрения и заключения сделки кредитования субъектов малого предпринимательства.

Таким образом, внедрение совокупности методов кредитного конвейера способно обеспечить минимизацию обстоятельств, влияющих на возникновение риска недобросовестного поведения, изъять из процесса анализа ступени, на которых возможен к реализации риск недобросовестного поведения, минимизировать влияние лиц, причастных к реализации угроз, в особенности персонала банка, что даёт возможность существенно снизить последствия реализации риска недобросовестного поведения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Моляков Д. С. Финансы предприятий отраслей народного хозяйства. М.: ФиС, 2004. 212 с.

2 Е.В. Иода, Л.Л. Мешкова и Е.Н. Болотина. Классификация банковских рисков и их оптимизация. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. тех. ун-та, 2002. 120 с.

3 Базельский комитет по банковскому надзору: Международная конвергенция измерения капитала и стандартов капитала: Уточненные рамочные подходы, июнь 2004 // Банк международных расчетов. 2004. С. 250–253.

4 Уголовный кодекс РФ от 13 июня 1996 г. № 63-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 17 июня 1996 г. № 25. Ст. 159.

5 Заемщики стали чаще обманывать кредиторов. Национальное бюро кредитных историй [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.nbki.ru

6 Ягунов Д.А. Кредитный конвейер на основе скоринга // Транспортное дело России. 2010. № 1. С. 81-83.

7 Скоринг и другие составляющие при выдаче розничного кредита [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.Bank.ru

8 Шешукова Т.Г., Быкова М.В. Кредитный скоринг как система анализа сзаемщика – предприятия малого бизнеса кредитной организацией // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2013. № 1 (16). С. 52-56.

REFERENCES

1 Moliakov D.S. Enterprise Finance of sectors of the national economy. Moscow, FiS, 2004. 212 p. (In Russ.).

2 Ioda E.V., Meshkova L.L., Bolotina E.N. Classification of bankrisks and its optimization. Tambov, St. Techn. Uni-ty Press, 2002. 120 p. (In Russ.).

3 Committee on Banking Supervision of the Bank for international Settlements, International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: Refined framework approaches, June 2004. Bank for International Settlements, 2004, pp. 250-253. (In Russ.).

4 The Criminal Code of the Russian Federation of 13.06.1996 № 63-FZ. Legislation Collection of the Russian Federation. June 17, 1996, no. 25, art.159. (In Russ.).

5 Borrowers were more likely to cheat creditors. National Bureau of Credit Histories. Available at: www.nbki.ru. (In Russ.).

6 Iagunov D.A. Credit assembly-line on the basis of scoring. Transportation business in Russia, 2010, no. 1, pp. 81-83. (In Russ.).

7 Scoring and other components under retail credit issue. Available at: www.Bank.ru. (In Russ.).

8 Sheshukova T.G., Bykova M.V. Credit scoring as an analysis system of borrower -small business by credit institution. Herald Perm University Bulletin. Series: The Economy, 2013, no.1 (16), pp. 52-56. (In Russ.).

Директор Н.Р. Андреев, заместитель директора Д.Н. Лукин
(ФГБНУ "ВНИИ крахмалопроductов"). тел. (495) 557-15-00
E-mail: vniik@arrisp.ru

Director N.R. Andreev, deputy director D.N. Lukin
(All-Russian Research Institute for Starch Products). phone. (495) 557-15-00
E-mail: vniik@arrisp.ru

К вопросу импортозамещения продуктов глубокой переработки зерна и картофеля

On the issue of import substitution of deep processing products from grain and potato

Реферат. В статье приведен анализ структуры переработки крахмалосодержащего сырья в РФ. Отмечен рост объемов переработки кукурузы и пшеницы, однако доля перерабатываемого картофеля остается низкой (менее 4 %). Установлено, что по качественным показателям крахмалы и сахаристые продукты из крахмала российского производства не уступают лучшим европейским образцам и являются конкурентоспособными. Потребность рынка в кристаллической глюкозе для пищевых и медицинских целей (более 30 тыс. т в год) полностью покрывается за счёт импорта. Объем импорта модифицированных крахмалов составляет более 80 % к общему объему потребления. Наибольший объем импорта среди нативных крахмалов принадлежит картофельному крахмалу – более 60 %. В статье приводятся предложения по импортозамещению данной крахмалопаточной продукции. Рост производства крахмалопаточной продукции в России сопровождался концентрацией производства на крупных предприятиях. Так, в 2013 г. свыше 90 % крахмальной патоки выработано на шести предприятиях, более 80 % сухого крахмала – на пяти предприятиях. Эффективность переработки зерна кукурузы и пшеницы на крахмал и крахмалопроductы в значительной мере достигается за счёт выработки и реализации ценных побочных продуктов (глютен сухой, клейковина, кукурузный зародыш или кукурузное масло, кукурузный экстракт, кормовые продукты). Развитие производства сахаристых продуктов из крахмала с целью импортозамещения может быть достигнуто за счет расширения сфер потребления разных видов крахмальной патоки и выпуска глюкозно-фруктозных сиропов как полноценного сахарозаменителя, обеспечивающего импортозамещение сахара, глюкозы кристаллической пищевого и медицинского назначения, более глубокой переработки глюкозы в полиолы (сорбит, мальтит), полилактиды, аминокислоты.

Summary. The analysis of structure of starch containing raw materials processing in Russia Federation is provided in the article. There was noted an increase in volumes of corn and wheat processing, however the share of processed potato is still low (below 4%). It was established that Russian starch products and starch sweeteners are on the same level on quality as best European samples and they are very competitive. Market demand in crystalline glucose for food and medical purposes (over 30 thous. tons) is fully covered by import. The volume of import of modified starches exceeds 80 % of total consumption. The biggest volume of import among native starches belongs to potato starch – over 60 %. The article provides suggestions on import substitution of mentioned starch products. The growth of starch production in Russia was accompanied by concentration of production at large enterprises. So, in 2013 over 90 % of glucose syrup was produced at six enterprises, over 80 % of dry starch – at five enterprises. Efficiency of corn and wheat processing into starch and starch products is achieved by production and selling of co-products (dry gluten, gluten, corn germ or corn oil, corn extract, feed products). Development of starch sweeteners production from starch could be achieved by expanding the consumption areas of different kinds of glucose syrup and production of glucose-fructose syrups as full substitute of sugar, providing import substitution of sugar, crystalline glucose of food and medicine purpose, deep processing of glucose into polyols (sorbit, maltit), polylactides, aminoacids.

Ключевые слова: крахмалопаточная промышленность, нативные крахмалы, модифицированные крахмалы, сахаристые крахмалопроductы, мальтодекстрины, глюкозно-фруктозные сиропы, производство, импорт, импортозамещение

Keywords: starch industry, native starches, modified starches, starch sweeteners, maltodextrins, glucose-fructose syrups, production, import, substitution of import

Основными видами сырья для производства крахмалопаточной продукции в России являются кукуруза, картофель и пшеница. Объем и структура сырья, переработанного на крахмалопаточных предприятиях России за 2009-2013 гг., приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1
Объемы переработки кукурузы, пшеницы и картофеля на крахмалопаточных предприятиях России

Вид сырья	Объемы переработанного сырья, тыс.т/г.				
	2009	2010	2011	2012	2013
Кукуруза	779,0	843	979,5	960	905
Пшеница	121,2	187	162,6	162	176
Картофель	53,0	38,0	70,0	72,8	40,0

Как следует из таблицы 1, объёмы переработки кукурузы неизменно росли до 2012 г. Также заметно увеличение объёмов использования пшеницы на переработку на крахмал и сахаристые продукты. Доля пшеницы в общем сборе зерновых в России составляет 60-70 %, что свидетельствует о перспективности использования пшеницы в качестве сырья для развития производства крахмала и крахмалопродуктов.

Производство крахмала и крахмалопродуктов в России в 2013 г. составило 561,8 тыс. т. (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Баланс рынка крахмала и крахмалопродуктов

Годы	2009	2010	2011	2012	2013
Объём производства	598,9	649,6	737,5	729,5	561,8
Объём импорта	176,5	187,6	166,1	165,8	123,2
Объём экспорта	6,4	12,7	5,3	10,2	10,2
Объём рыночных ресурсов	791,0	769,0	824,0	898,3	885,1
Доля импорта, %	27,2	23,0	22,8	18,5	18,7

Увеличение производства сахаристых продуктов из крахмала (патока крахмальная карамельная, мальтозная, глюкозно-фруктозные сиропы и др.) позволило за последние 5 лет сократить импорт указанной продукции с 13,4 до 6,5 %. Рост производства достигнут, в основном, за счет увеличения производства мальтозной патоки, технология которой разработана в ФГБНУ ВНИИК, а технология ее применения в пивоваренной промышленности освоена совместно с ГНУ ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности.

Однако следует отметить, что наметившаяся в 2012 г. тенденция снижения производства крахмальной патоки, в первую очередь, связана с введением Закона “О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции”, в котором предусматривается ограничение применения сахаросодержащего сырья, в частности мальтозной патоки, в пивоваренном производстве.

Производство нативных крахмалов в 2009-2013 гг. увеличилось на 24,2 %, что снизило долю их импорта до 13 %, однако импорт картофельного крахмала и модифицированных крахмалов остается высоким – до 80 %.

Следует отметить, что по качественным показателям крахмала и сахаристые продукты из крахмала российского производства не уступают лучшим европейским образцам и являются конкурентоспособными [1-3].

Рост производства крахмалопаточной продукции в России сопровождался концентрацией производства на крупных предприятиях. Так, в 2013 г. свыше 90 % крахмальной патоки выработано на шести предприятиях, более 80 % сухого крахмала – на пяти предприятиях.

Как известно, кукуруза и пшеница являются основными, наиболее эффективными видами сырья, при переработке которых издержки производства крахмала и крахмалопродуктов в значительной мере покрываются за счёт выработки и реализации ценных побочных продуктов (глютен сухой, клейковина, кукурузный зародыш или кукурузное масло, кукурузный экстракт, кормовые продукты).

Производственные мощности по переработке кукурузы и пшеницы постоянно наращивались на предприятиях, обеспечивающих стабильное увеличение выпуска продукции. В 2007 г. в ООО «Каргилл» введена в эксплуатацию первая очередь по переработке 600 т в сутки пшеницы на крахмал, вторая очередь по переработке пшеницы аналогичной мощности введена в 2014 г. Вырабатываемый при этом пшеничный крахмал практически в полном объеме используется для выпуска крахмальной патоки и глюкозно-фруктозных сиропов. В 2009 г. в г. Миллерово Ростовской области компанией «Амилко» введён в эксплуатацию новый глюкозно-мальтозный комбинат мощностью по переработке 300 т кукурузы в сутки на разные виды крахмальной патоки. Комбинат постоянно работает в направлении инновационного развития и наращивания производственных мощностей.

Расширение и модернизация действующих производств и строительство новых крахмалопаточных предприятий базируется на использовании современных технологических достижений как в отечественной, так и в мировой практике крахмалопаточного производства с повышением качества продукции и расширением её ассортимента.

В 90-е годы двадцатого столетия в России было прекращено производство такого стратегического продукта, как кристаллическая глюкоза. Потребность рынка в кристаллической глюкозе для пищевых и медицинских целей (более 30 тыс. т в год) полностью покрывается за счёт импорта из Украины, Франции, Китая и ряда других стран. С целью импортозамещения глюкозы в ФГБНУ ВНИИ крахмалопродуктов разработана высокоэффективная технология производства пищевой и медицинской глюкозы в ангидридной форме.

Динамично развивали производство продукции такие предприятия, как ОАО «Ибрёдькрахмалпатока», ОАО «Хоботовское предприятие «Крахмалопродукт», ЗАО «Чаплыгинский крахмальный завод», ООО «Крахмальный завод «Гулькевичский».

Постоянно растущий спрос кондитерской промышленности на патоку и освоение нового ёмкого рынка мальтозной патоки для пивоварения создали устойчивую сферу сбыта этой продукции, что стимулировало рост объёмов её производства. Импорт крахмальной патоки не превышает 10 %, в основном патока поступает из Украины.

Объёмы собственного производства крахмала в рассматриваемые годы обеспечивают потребности внутреннего рынка до 60 %. Особенно значительным является объём импорта модифицированных крахмалов – 80 % к общему объёму потребления. На основе анализа потребительского рынка во ВНИИ крахмалопродуктов продолжается разработка технологии новых видов модифицированных крахмалов для пищевых и технических целей. До 2030 г. предполагается создание производственных мощностей в объёме 80-90 тыс. т модифицированных крахмалов в год, что позволит в полной мере обеспечить их импортозамещение.

Мощности по выработке глюкозно-фруктозного сиропа созданы в результате ввода в 2007 г. на Ефремовском ГПК нового производства по выпуску глюкозно-фруктозных сиропов (ГФС) мощностью 400 т в сутки. В 2012 г. в ОАО «Ибрёдькрахмалпатока» пущен в эксплуатацию цех по выработке ГФС мощностью 100 т в сутки.

Следует отметить, что среднелововое потребление крахмалопродуктов в ЕС составляет 22 кг в год, в России – в 4 раза меньше, что свидетельствует о резервах развития крахмалопаточного производства в России. В странах ЕС в структуре рынка крахмалопродуктов модифицированные крахмалы занимают до 25 %, в России этот показатель почти вдвое ниже. Среди крахмалов наиболее потребляемым остается кукурузный крахмал, так как он включен во многие рецепты, и в России имеется длительный опыт его применения. Наибольший объём импорта среди нативных крахмалов принадлежит картофельному крахмалу.

Наиболее наукоемкой продукцией в крахмалопаточном производстве являются модифицированные крахмалы [4]. Анализ импорта модифицированных крахмалов показывает,

что его структура постепенно меняется. Если 7-10 лет назад наибольший объём импорта (более 65 %) составляли крахмалы для целлюлозно-бумажной промышленности, то последние 5 лет первенство принадлежит крахмалам пищевого назначения (более 60 %).

Наиболее перспективным видом сахаристого продукта из крахмала как полноценного заменителя сахарозы, является глюкозно-фруктозный сироп с различным содержанием фруктозы и глюкозы (ГФС-42, ГФС-55). Потенциал рынка ГФС связан преимущественно с развитием отраслей по производству безалкогольных напитков, йогуртов, плодово-ягодных консервов.

По мнению экспертов, потребность страны в глюкозно-фруктозных сиропах составляет 1-2 млн. т. Однако потребительский рынок ГФС в России развивается медленными темпами, что можно объяснить в первую очередь невысокими ценами на сахар и необходимостью создания определенных условий для хранения ГФС у потребителей.

Следует отметить, что до настоящего времени по статистической отчетности РФ глюкозно-фруктозные сиропы не учитываются, и производимый объём ГФС включается в общий объём производства крахмальной патоки. В связи с этим затруднен анализ производства ГФС, что осложняет проведение оценки баланса производимых в России сахаров из отечественных видов сырья (кукуруза, пшеница).

Как продукт, глюкозно-фруктозный сироп входит в перечень «Общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности» ОК 034-2007, 15.62.21.-120, утверждённого приказом Ростехрегулирования от 22.11.2007 г. № 329 СТ, с учетом изменений переутвержден 24.12.2012 г., введен в действие с 01.01.2013 г.

Ассоциация российских производителей крахмалопаточной продукции "Роскрахмалпатока" и ВНИИ крахмалопродуктов обратились в Федеральную службу государственной статистики и в Министерство сельского хозяйства РФ с просьбой принять соответствующие меры по включению глюкозно-фруктозного сиропа в перечень продукции, подлежащей статотчетности предприятиями пищевой промышленности.

Среди сахаристых продуктов из крахмала следует отметить значительный объём импорта мальтодекстринов – более 40 тыс. т. Мальтодекстрины применяются в детском и диетическом питании в качестве углеводов, потребность в которых в 3-4 раза превышает потреб-

ность в белках и жирах. Мальтодекстрины широко используются также в производстве различных видов пищевых продуктов.

Мальтодекстрины с массовой долей редуцирующих веществ 5-25 % получают путем ферментативного гидролиза крахмала. Они представляют собой белый сыпучий порошок, легко растворимый, в водном растворе – бесцветный, обладающий умеренной сладостью.

В качестве углеводного компонента для детского питания наибольшее распространение получили мальтодекстрины с массовой долей редуцирующих веществ 15-20 %. Применение указанных мальтодекстринов в производстве сухих молочных продуктов для использования в детском и лечебном питании с физиологической точки зрения не приводит к нарушениям углеводного и липидного обмена. Всасывание моносахаридов происходит постепенно, дифференцированно по времени, уровень глюкозы в крови при этом не превышает 30 % от исходного.

На основе глубокой переработки крахмала и продуктов его биоконверсии можно обеспечить импортозамещение полиолов – сорбита и мальтита, пищевых кислот и аминокислот. Одним из продуктов глубокой переработки зерна на основе гидролизатов крахмала является лизин – важнейшая незаменимая аминокислота, необходимая для роста, восстановления тканей, производства антител, гормонов, ферментов, альбуминов. В производстве лизина сахаристые про-

дукты из крахмала используются в качестве компонента питательной среды.

Предприятия крахмалопаточной отрасли сосредоточены, в основном, в двух федеральных округах – Центральном и Южном – 95 %, а в Приволжском, Уральском, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах практически нет ни одного предприятия. Имеющиеся существенные резервы пшеницы в Уральском и Сибирском федеральных округах могли бы быть направлены на производство крахмала и крахмалопродуктов.

Таким образом, развитие производства нативных и модифицированных крахмалов связано с развитием основных отраслей – потребителей продукции крахмалопаточной промышленности пищевого и технического назначения в пищевой и перерабатывающей промышленности, а также в целлюлозно-бумажной, нефтегазовой, текстильной промышленности, стройиндустрии, производстве биоразрушаемых полимерных изделий [5].

Развитие производства сахаристых продуктов из крахмала может быть достигнуто за счет расширения сфер потребления разных видов крахмальной патоки и выпуска глюкозно-фруктозных сиропов как полноценного сахарозаменителя, обеспечивающего импортозамещение сахара, глюкозы кристаллической пищевого и медицинского назначения, более глубокой переработки глюкозы в полиолы (сорбит, мальтит), полилактиды, аминокислоты.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Андреев Н.Р. Основы производства нативных крахмалов. М.: Пищепромиздат, 2001. 289 с.
- 2 Андреев Н.Р. Курсом инноваций // Пищевая промышленность. 2010. № 1. С. 58-60.
- 3 Лукин Н.Д. Производство сахаристых продуктов из крахмала как обеспечение баланса сахара в России // Сахар. 2010. № 12. С. 49-55.
- 4 Жушман А.И. Модифицированные крахмалы. М.: Пищепромиздат, 2007. 236 с.
- 5 Соломин Д.А., Лукин Д.Н. Развитие крахмалопаточной отрасли в условиях рыночной экономики // Пищевая промышленность. 2011. № 9. С. 56-58.

REFERENCES

- 1 Andreev N.R. Basics of native starch production. Moscow, Pishchevroizdat, 2001. 289 p. (In Russ.).
- 2 Andreev N.R. In the direction of innovations. Food industry, 2010, no.1, pp. 58-60. (In Russ.).
- 3 Lukin N.D. Production of starch sweeteners to provide sugar balance in Russia. Sugar, 2010, no.12, pp.49-55. (In Russ.).
- 4 Zhushman A.I. Modified starches. Moscow, Pishchevroizdat, 2007. 236 p. (In Russ.).
- 5 Solomin D.A., Lukin D.N. Development of starch industry in market economy. Food industry, 2011, no. 9, pp. 56-58. (In Russ.).

Требования к оформлению материалов для журнала «Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий»

1. Материалы представляются в двух видах: на электронном носителе и распечатанные на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (1 экз.) на лазерном принтере. Они должны быть набраны в редакторе MS Word версия не ниже 6.0 (Office не выше 2007) и напечатаны через одинарный интервал в две колонки шрифтом:

- основной текст - Times New Roman Cyr 11 с полями: левое 22 мм, правое 18 мм, верхнее и нижнее 25 мм;
- колоннотитулы от края - верхний и нижний 18 мм;
- заголовки по центру - Times New Roman Cyr 11, жирный;
- красная строка -1 см;
- перенос слов - автоматический.

Со смещением на 5 см от рамки текста в начале статьи набираются:

- УДК - Times New Roman Cyr 12;
- должность, И. О. Ф., место работы, телефон, Email авторов - Times New Roman Cyr 12 (на русском и английском языках) ;
- название статьи - Times New Roman Cyr 16, жирный, строчной (без переноса) (на русском и английском языках);
- без смещения 5 см реферат - Times New Roman Cyr 9 (объем 200-250 слов на русском и английском языках);
- без смещения 5 см ключевые слова – Times New Roman Cyr 9, до 10 слов (на русском и английском языках);

2. Объем для статьи – 4-8 с. Структурно статья должна иметь четко выраженное *введение*, в котором ставится задача (описывается решаемая проблема), *основную часть*, где излагаются используемые авторами пути решения поставленной задачи, приводятся и обсуждаются результаты, и *заключение*, в сжатой форме подводящее итог работы. Повторение одних и тех же данных в статье, таблице и графике не допускается. Размерность всех характеристик приводится в системе СИ.

3. К каждой статье под заглавием дается реферат (объем 1000-2000 печатных знаков) на русском и английском языках через 1 строку друг от друга. Название статьи, фамилия и инициалы приводятся отдельно на английском языке.

4. Название статьи или краткого сообщения должно быть лаконичным и точно отражать содержание.

5. Иллюстрации в формате jpeg или gif:

- должны быть расположены после ссылки на них в тексте;
- должны выполняться на компьютере с обозначением всех необходимых букв и символов в соответствии с ЕСКД и Р 50-77-80. Все буквенные и цифровые обозначения, приведенные на рисунках, поясняются в основном или подрисуночном тексте. Подрисуночные подписи даются Times New Cyr 10, на формат рисунка.

Графические объекты (диаграммы, графики) должны быть активными (т.е. подлежать редактированию стандартными средствами, например, MS Excel).

6. Формулы и буквенные обозначения:

- буквы латинского алфавита, используемые в индексах, набирают курсивом;
- буквы русского и греческого алфавита - прямым шрифтом; знак вектора - полужирным;
- нумерация формул в тексте сквозная. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: <http://vestnik.vsu.ru/>

Формат формул (стандартный редактор) :

- стиль - "математический";
- размер символа — 11

Sizes (Размеры)	
Full (Обычный)	11 – 10
Subscript/Superscript (Крупный индекс)	7
Sub-subscript/Superscript (Мелкий индекс)	5
Symbol (Крупный символ)	12
Subsymbol (Мелкий символ)	9

7. Таблицы (слово печатается вразрядку) должны быть с заголовками и обязательно располагаться после ссылки на них в тексте. Графы в таблицах должны иметь краткие заголовки. Упоминаемые в заголовках величины сопровождаются соответствующими единицами измерений.

8. Литература (слово печатается: Times New Roman Cyr 11, жирный, прописной) на русском и на английском языке включает от 5-10 источников, использованные автором при написании статьи. Ссылки в тексте даются в квадратных скобках: [1], помещаются в конце статьи. В список не включается литература 10-летней давности. Список литературы должен быть представлен на русском и на английском языках.

8.1. **За правильность приведенных в списке литературы данных ответственность несут авторы.** Библиографический список на русском языке озаглавливается словом ЛИТЕРАТУРА (Times New Roman Cyr 11, полужирный шрифт) и представляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Ссылки на электронные документы должны оформляться согласно ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов» (см. Приложение 1). Англоязычная часть библиографического описания озаглавливается словом REFERENCES (Times New Roman Cyr 11, полужирный шрифт) и представляется в адаптированном формате Harvard (см. Приложение 2). Каждый пункт библиографического описания нумеруется, после номера точка не ставится. В библиографическом описании приводятся фамилии авторов до трех, после чего для отечественных публикаций следует указать "и др.", для зарубежных — "et al.". Не допускается смешивать русскоязычную и англоязычную часть в одной ссылке, точно так же, как сокращать русскоязычный список литературы (ЛИТЕРАТУРА), перенося все англоязычные ссылки в REFERENCES. Рекомендуется представлять в REFERENCES, вместо русскоязычного варианта описания журнала-источника, описание его переводной версии при условии ее наличия. Транслитерацию фамилий авторов, названий статей, книг, журналов необходимо проводить, согласно системе транслитерации Библиотеки конгресса США (Library of Congress Slavic (Russian) Transliteration), рекомендуется использовать при этом системы автоматического перевода кириллицы в романский алфавит, а не делать транслитерацию вручную, во избежание ошибок.

9. В журнале публикуется не более 2 статей одного автора. Количество авторов одной статьи не должно превышать 4 человек.

В журнале публикуются оригинальные научные статьи теоретического и экспериментального характера в области технических, естественных, экономических и химических наук. Автор указывает рубрику (в сопроводительном письме и выписке из заседания кафедры), в которой он хотел бы разместить свою статью:

- Процессы и аппараты пищевых производств;
- Информационные технологии, моделирование и управление;
- Пищевая биотехнология;
- Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология;
- Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов;
- Экономика и управление;

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: <http://vestnik.vsu.ru/>

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. На отдельном листе авторы указывают ФИО полностью, адрес, ученую степень, должность, место работы, контактный телефон, E-mail, а также отмечают с кем вести переписку.

К статье должны прилагаться сопроводительные документы:

- сопроводительное письмо;
- выписка из протокола заседания кафедры с рекомендацией статьи к печати;
- 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.

ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

КНИГА, МОНОГРАФИЯ:

(кол-во авторов от 1 до 3):

1 Валукин М.Е., Глушков А.И. Эволюция движений в мужском классическом танце. М.: ГИТИС, 2006. 251 с.

(кол-во авторов более 3):

2 Эволюция движений в мужском классическом танце / Валукин М.Е. [и др.]. М.: ГИТИС, 2006. 251 с.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ, УЧЕБНИК:

(кол-во авторов от 1 до 3):

3 Ковшиков В.А., Глухов В.П. Психолингвистика. Теория речевой деятельности: учеб. пособие для студентов педвузов. М.: Высшая школа, 2006. 320 с.

(кол-во авторов более 3):

4 Психолингвистика. Теория речевой деятельности: учеб, пособие для студентов педвузов / Ковшиков В.А. [и др.] М.: Высшая школа, 2006. 320 с.

СТАТЬЯ В ЖУРНАЛЕ:

(кол-во авторов от 1 до 3):

5 Ефимова Т.Н., Кусакин А.В., Иванов Б.И. Охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл // Проблемы региональной экологии. 2007. Т. 3. № 1. С. 80–86.

(кол-во авторов более 3):

6 Охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл / Ефимова Т.Н. [и др.] // Проблемы региональной экологии. 2007. Т. 3. № 1. С. 80–86.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ:

7 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:

8 Ходоскин Д.П. Исследование начальной скорости торможения на регулируемых перекрестках // Политтранспортные системы: мат. VII Всерос. науч.-техн. конф., Красноярск, 25–27 ноября 2010 г. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2010. С. 578–583.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР:

9 Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья: аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Институт мировой экономики и междунар. отношений. М.: ИМЭМО, 2007. 39 с.

ПАТЕНТ:

порядок описания:

10 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:

11 Пат. № 2201911, RU, C2 7 C 05 F 11/08, 9/00. Способ утилизации твердых бытовых отходов и получения органического удобрения / Стом Д.И., Солдатов С.В., Казаринова Т.Ф., Никонова Т.С. № 2000132175/13; Заявл. 2000132175; Оpubл. 10.04.2003, Бюлл. № 10.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ:

порядок описания:

Заглавие официального документа: сведения, относящиеся к заглавию (указ, постановление), Дата принятия документа / Название издания. Год издания. Номер (для журнала). Дата и месяц (для газеты). Первая и последняя страницы.

пример:

12 ГОСТ 12.1.033. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения. Введен 01.07.82. М.: Межгосударственный стандарт: ИПК изд-во стандартов, 2001. 7 с.

ДИССЕРТАЦИЯ

13 Якимов М.А. Изучение взаимодействия между компонентами электролитов в тройных водно-солевых системах на примере нитратных систем: дис... д-ра хим. наук: 10.01.71 : защищена 05.02.71: утв. 10.06.71. Л.: ЛГУ, 1971. 200 с.

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:

14 Якимов М.А. Изучение взаимодействия между компонентами электролитов в тройных водно-солевых системах на примере нитратных систем: автореф. дис. докт. хим. наук : Л.10.01.71 / Л.: ЛГУ, 1971. 40 с.

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС:

порядок описания:

Фамилия И.О. автора (если указаны). Название ресурса [Электронный ресурс]. Место издания: Издательство, год издания (если указаны). Адрес локального сетевого ресурса (дата просмотра сайта или последней модификации документа).

пример:

15 Шкловский И. Разум, жизнь, вселенная [Электронный ресурс] М.: Янус, 1996. Режим доступа: <http://www.elibrary/books/shklovsky/titul.htm> (23 ноября 2001 г.)

ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ:

СТАТЬЯ ИЗ ЖУРНАЛА:

порядок описания:

Фамилия И.О. автора (транслитерация). Перевод названия статьи на английский. Название русскоязычного источника (транслитерация, *курсивом*). [Перевод названия источника на английский язык (в квадратных скобках)]. Год, том, номер, страницы (от-до). Указание на язык статьи (In Russ.) после описания статьи.

пример:

1 Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing. *Neftyanoe khozyaistvo* [Oil Industry], 2008, vol. 10, no.11, pp. 54-57. (In Russ.).

СТАТЬЯ ИЗ ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА:

2 Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *Journal of ComputerMediated Communication*, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).

СТАТЬЯ С DOI:

3 Zhang Z., Zhu D. Experimental research on the localized electrochemical micromachining. *Russkii zhurnal elektrokhimii*. [Russian Journal of Electrochemistry], 2008, vol. 44, no. 8, pp. 926-930. doi: 10.1134/S1023193508080077

СТАТЬЯ ИЗ ПРОДОЛЖАЮЩЕГОСЯ ИЗДАНИЯ (СБОРНИКА ТРУДОВ):

4 Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints "steel-composite". *Trudy MGTU «Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem»* [Proc. of the Bauman MSTU "Mathematical Modeling of Complex Technical Systems"], 2006, no. 593, pp. 125-130. (In Russ.).

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ:

5 Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z. [et al.] Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma "Novye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi"* [Proc. 6th Int. Symp. "New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact"]. Moscow, 2007, pp. 267-272. (In Russ.).

КНИГИ (МОНОГРАФИИ, СБОРНИКИ):

6 Nenashv M.F. *Poslednee pravitel'stvo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p. (In Russ.).

7 Lindorf L.S., Mamikonians L.G. *Ekspluatatsiya turbogeneratorov s neposredstvennym okhlazhdeniem* [Operation of turbine generators with direct cooling]. Moscow, Energiia Publ., 1972. 352 p. (In Russ.).

8 Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* [Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development]. Izhevsk, 2002. 140 p. (In Russ.).

9 Izvekov V.I., Serikhin N.A., Abramov A.I. *Proektirovanie turbogeneratorov* [Design of turbo-generators]. Moscow, MEI Publ., 2005, 440 p. (In Russ.).

10 Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya*. Kn. 1: *Friksionnye protsessy pri rezanii metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009. (In Russ.).

ПЕРЕВОДНАЯ КНИГА:

11 Timoshenko S.P., Young D.H., Weaver W. *Vibration problems in engineering*. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. ed.: Timoshenko S.P., Iang D.Kh., Uiver U. *Kolebaniia v inzhenernom dele*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

12 Brooking A., Jones P., Cox F. *Expert systems. Principles and case studies*. Chapman and Hall, 1984. 231 p. (Russ. ed.: Bruking A., Dzons P., Koks F. *Ekspertnye sistemy. Printsipy raboty i primery*. Moscow, Radio i sviaz' Publ., 1987. 224 p.).

НЕОПУБЛИКОВАННЫЙ ДОКУМЕНТ:

13 Latypov A.R., Khasanov M.M., Baikov V.A. *Geology and Production (NGT GiD). The Certificate on official registration of the computer program*. No. 2004611198, 2004. ((In Russ.), unpublished).

ДИССЕРТАЦИЯ ИЛИ АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:

14 Semenov V.I. *Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor*. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]. Moscow, 2003. 272 p. (In Russ.).

ГОСТ:

GOST 8.586.5–2005. *Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie rashkoda i kolichstva zhidkostei i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroistv* [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 Publ., 2007. 10 p. (In Russ.).

ПАТЕНТ:

Palkin M.V. *Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia* [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.

List of requirements of drawing up materials in «Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies»

1 All the materials are represented in two ways: on a flash card. The materials should be printed on white sheets of paper on one side only by means of a laser printer. One must use MS-World (6,0 version) to set up a text and keep single line interval. The text must be divided into two columns.

- basic text– Times New Roman Cyr 11 with margins: left one – 22 mm, right one 18 mm, top and bottom 25 mm;
- running titles from tops – top and bottom 18 mm;
- central titles – Times New Roman Cyr 11, in bold type;
- indented line – 1 cm;
- division of words is automatical.

The points below are printed with 5 cm shift from the text frame:

- Universal Decimal Code – Times New Roman Cyr 12;
- post, author's name, middle name, surname – Times New Roman Cyr 12;
- article title – Times New Roman Cyr 16, in bold type, lower case (without division of words);
- without displacement of 5 cm summary - Times New Roman Cyr 9 (volume of 200-250 words in Russian and English);
- without displacement of 5 cm keywords - Times New Roman Cyr 9, up to 10 words in Russian and English);

2 Article extent – under 4 – 8 pages. Any article must have a strict structure with a clearly seen introduction, where the problem is raised, body, where the solutions to the problem are presented and the results are discussed, and a conclusion, where the work results are summed up. Repetition of one and the same data are forbidden. The size of all characteristics are presented within CI system.

3 To each article under the title gives a summary (volume 1000-2000 printed characters) in Russian and English languages in 1 line each other. Article title, surname and initials are given separately in English.

4 The title of the article or a short message must be laconic and show the contents of the article clearly.

5 All the illustrations are made in JPEG or BMP:

- they must be placed after the reference in the text;
- they must be done by means of a computer and be supplied with the letter and symbol marks according to universal system documents (USCP) and R 55-77-80. All The letters and figures presented on the illustration text, must be explained in the basic or in the under illustration text. The marks are given in Times New Cyr 10.

Graphical installations (diagrammes, schedules) should be active (i.e. to be subject to editing by standard means, for example, MS Excel).

6 Formulae and letter marks:

- latin letters, used in indexes, are printed in italic type;
- Russian and Greek letter – Roman type, vector mark in half bold type;
- formulae must be numbered through the text. Only formulae with references are numbered.

Formulae format:

- style – “mathematical”;
- symbol size – 11

Sizes	
Full	11 – 10
Subscript/Superscript	7
Sub-subscript/Superscript	5
Symbol	12
Subsymbol	9

7 Tables (the word itself should be spaced) must be supplied with titles and placed right after the references in the text. All the table columns must have short titles. Magnitudes, mentioned in titles must go along with measurement unit.

8 Literature (the word itself is printed in Times New Roman Cyr 11, in bold type capital) contains sources, author used for article composing. There must be no more than 10 designation. All the references in the text are made in square brackets and placed at the end of article. Literature list mustn't contain unpublished works, textbooks, theses, as well as 10 year – old literature.

8.1 For the correctness of the information provided in the list of literature data the authors are responsible. References in Russian sagauniversal word LITERATURE (Times New Roman Cyr 11 bold font) and submitted in accordance with GOST R 7.0.5-2008 "Bibliographic reference. General requirements and rules of drawing up". Links to electronic documents must be made according to GOST 7.82-2001 "Bibliographic record. Bibliographic description of electronic resources" (see Appendix 1, 2).

9 Not more than 2 articles of one author can be published in the journal. The number of authors should not exceed 4 persons.

Original scientific articles of theoretical and experimental character are published in the magazine in the field of technical, natural, economic, chemical. The author specifies a heading (in the covering letter and an extract from faculty meeting) in which he would like to place the article:

- Processes and devices of food productions;
- Information technologies, modeling and management;
- Food biotechnology;
- Fundamental and applied chemistry, chemical technology;
- Biotechnology, bionanotechnology and technology of sugary products;
- Economy and management;

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.

THE ORDER OF THE LINKS ON THE RUSSIAN LANGUAGE THE BOOK, MONOGRAPH: (number of authors from 1 to 3): 1 Valukin M.E. Ter-Minassian, Glushkov A.I Evolution of movements in the men's classic dance.

M: GITIS, 2006. 251 S. (number of authors more than 3):

2 Evolution of movements in the men's classic dance / Valukin M.E. Ter-Minassian [and others]. M: GITIS, 2006. 251 S. A

TUTORIAL TUTORIAL:

(number of authors from 1 to 3):

3 Scoops V.A. Glukhov, V.P. Psycholinguistics. Theory of speech activity: textbook. manual for students of pedagogical universities. M: Vysshaya SHKOLA, 2006. 320 C. (number of authors more than 3):

4 Psycholinguistics. Theory of speech activity: textbook, a manual for students of pedagogical institutes / Woks VA [and other] M.: Vysshaya SHKOLA, 2006. 320 C. JOURNAL ARTICLE: (number of authors from 1 to 3):

5 Efimova T.N., Kusakin A.V., Ivanov B. I. Protection and rational use of wetlands in the Republic of Mari El // problems of regional ecology. 2007. T. 3. No. 1. C. 80-86. (number of authors more than 3):

6 Protection and rational use of wetlands in the Republic of Mari El / Efimova T.N. [and other] // problems of regional ecology. 2007. T. 3. No. 1. C. 80-86. COLLECTION OF SCIENTIFIC WORKS:

7 Content and technologies of adult education: a problem of the leading education: collected scientific articles. Tr. / Institute of adult education Grew. Acad. education; Ed. by A. Maron. M: JOB, 2007. 118 S.

MATERIALS OF CONFERENCES, FORUMS, MEETINGS, SEMINARS:

8 Chogokin D.P. Study initial speed braking controlled junctions // Polytransport system: Mat. VII vseros. nauch.-the technology. Conf., Krasnoyarsk, November 25-27, 2010, Novosibirsk: Publishing house of the STU, 2010. C. 578-583.

ANALYTICAL REVIEW:

9 Economy and politics of Russia and CIS countries: Analyt. review, APR. 2007 / Rus. Acad. Sciences, Institute of world economy and international. relations. M: IMEMO, 2007. 39 C.

PATENT:

order description:

10 Designation of the document, number, the name of the country, the index of the international classification of inventions. The title of the invention / full Name of the inventor, the applicant, the patent holder; name of the institution the applicant. Registration number of the application; the date of filing; date of publication, information about the published document.

example:

11 Pat. no 2201911, EN, C2 7 05 F 11/08, 9/00. The method of disposal of solid household waste and produce organic fertilizer / a Shrub DI, Soldatov S.V., Kazarinova TV, Nikonov T.S. no 2000132175/13; Appl. 2000132175; Publ. 10.04.2003, bull. Number 10.

LEGAL DOCUMENTS:

order description:

The official title of the document: information relating to the title (decree, decision)date of adoption of the document / edition Name. Year of publication. Room (log). The date and month (for Newspapers). The first and last pages.

example:

12 GOST 12.1.033. SSBT. Fire safety. Terms and definitions. Introduced 01.07.82. M: Interstate standard: IPK the publishing house of standards, 2001. 7 C.

THESIS

13 Yakimov M.A. study of the interaction between the components of electrolytes in the triple water-salt systems on the example of nitrate systems: dis... Dr. chem. Sciences: 10.01.71 : protected 05.02.71: appr. 10.06.71. Leningrad: Leningrad state University, 1971. 200 S.

THE DISSERTATION:

14 Yakimov M.A. study of the interaction between the components of electrolytes in the triple water-salt systems on the example of nitrate systems: Avtoref. dis. Prof. chem. Sciences : L / Leningrad: Leningrad state University, 1971. 40 C.

ELECTRONIC RESOURCE:

order description:

Surname ACTING author (if given). Resource name [Electronic resource]. Place of publication: Publisher, year of publication (if specified). The address of the local network resource (date of access of the site or last modification of the document).

example:

15 Shklovsky Mind, life, the universe [Electronic resource] M.: Yanus, 1996. Mode of access:

<http://www.elibrary/books/shklovsky/ titul.htm> (23 November 2001)

THE ORDER OF THE LINKS ON ENGLISH LANGUAGE:ARTICLE FROM THE MAGAZINE:

order description:

Surname ACTING author (transliteration). Translation of the name of article in English. The name of the Russian-language source (transliteration, italics). [Translation of the name of the source on the English language (in brackets)]. Year, volume, number, pages (from-to). An indication of the language of the article (In Russ.) after the description of the article.

example:

1 Zagurenko A.G., Korotovskikh VA, A.A. Kolesnikov, Timonov A.V., Kardymon D.V. Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing. *Neftyanoe khozyaistvo [Oil Industry]*, 2008, vol. 10, no.11, pp. 54-57. (In Russ.).

ARTICLE FROM ELECTRONIC JOURNAL:

2 Swaminathan V., Lepkoswka-E. White, Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *Journal of ComputerMediated Communication*, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).

ARTICLE C DOI:

3 Z. Zhang, Zhu D. Experimental research on the localized electrochemical micromachining. *Russkii zhurnal elektrokhemii. [Russian Journal of Electrochemistry]*, 2008, vol. 44, no. 8, pp. 926-930. doi: 10.1134/S1023193508080077

ARTICLE FROM CONTINUING PUBLICATIONS (PROCEEDINGS):

4 Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints "steel-composite". *Trudy MGTU "Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem"* [Proc. of the Bauman MSTU "Mathematical Modeling of Complex Technical Systems"], 2006, no. 593, pp. 125-130. (In Russ.).

CONFERENCE MATERIALS:

5 Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z. [et al.] Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma "Novye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi"* [Proc. 6th Int. Symp. "New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact]. Moscow, 2007, pp. 267-272. (In Russ.).

BOOKS (MONOGRAPHS, COLLECTIONS):

6 Nenashev M.F. *Poslednee pravitel'stvo SSSR [Last government of the USSR]*. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p. (In Russ.).

7 Lindorf L.S., Mamikonians L.G. *Ekspluatatsiya turbogeneratorov s neposredstvennym okhlazhdeniem [Operation of turbine generators with direct cooling]*. Moscow, Energiia Publ., 1972. 352 p. (In Russ.).

8 Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov [Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development]*. Izhevsk, 2002. 140 p. (In Russ.).

9 Izvekov V.I., Serikhin N.A., Abramov, A.I. *Proektirovanie turbogeneratorov [Design of turbo-generators]*. Moscow, MEI Publ., 2005, 440 p. (In Russ.).

10 Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friksionnye protsessy pri rezanie metallov (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting)*, Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009. (In Russ.).

TRANSLATED VERSION OF THE BOOK:

11 S.P. Timoshenko, Young D.H., W. Weaver *Vibration problems in engineering*. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. ed.: S.P. Timoshenko, Iang D.Kh., Uiver U. *Kolebaniia v inzhenernom dele*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

12 Brooking A., P. Jones, F. Cox *Expert systems. Principles and case studies*. Chapman and Hall, 1984. 231 p. (Russ. ed.: Bruking A., Dzhons P., Koks F. *Ekspertnye systems. Printsipy raboty i primery*. Moscow, Radio i sviaz' Publ., 1987. 224 p.).

UNPUBLISHED DOCUMENT:

13 Latypov A.R., M.M. Khasanov, Baikov VA *Geology and Production (NGT GiD). The Certificate on official registration of the computer program. No. 2004611198, 2004.* ((In Russ.), unpublished).

THESIS OR DISSERTATION:

14 V.I. Semenov *Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]*. Moscow, 2003. 272 p. (In Russ.).

GOST:

GOST 8.586.5-2005. *Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda kolichestva i zhidkostei i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh 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 Publ., 2007. 10 p. (In Russ.).

PATENT:

Palkin M.V. *Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]*. Patent RF, no. 2280590, 2006.