

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»



**ВЕСТНИК
ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

ВЕСТНИК ВГУИТ

2020, Том. 82, № 3

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В 1938 ГОДУ
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

**Воронеж
2020**

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education

«VORONEZH STATE UNIVERSITY
OF ENGINEERING TECHNOLOGIES»

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

Proceedings of VSUET

2020, Vol. 82, No. 3

SCIENTIFIC AND THEORETICAL JOURNAL

FOUNDED IN 1938
COMES 4 TIMES PER YEAR

**Voronezh
2020**

Уважаемые читатели!

В этом году Воронежскому государственному университету инженерных технологий исполняется 90 лет, журналу «Вестник ВГУИТ» 80 лет. В этом юбилейном номере, хотелось бы представить аналитическую справку о результатах работы журнала, и выразить благодарность сотрудникам, работающим над изданием.

Редакция издания представлена компетентными учеными России и зарубежья, более 50 % редактор не являются сотрудниками ВГУИТ, приглашенные для рецензирования научных статей. Журнал представлен в различных международных базах данных и библиотечных системах (сейчас их более 13) (БД РИНЦ; БД AGRIS; ЭБС Лань; ЭБС IPRbooks; БД ВИНТИ РАН; НИС Соционет; БД Directory of Open Access Journals (DOAJ); The European Library; БД AcademicKeys; Research Bible; Ulrich's Periodicals directory ; БД EBSCO; БД Google academy). Все статьи подлежат строгому процессу рецензирования. Сайт журнала двуязычный (русский/английский). На сайте <https://www.vestnik-vsuet.ru> представлена публикационная этика издания.

Требования к материалам статей. Статьи должны быть оригинальными, не опубликованными ранее и не представленными к печати в других изданиях (структура статьи: цель, объект, задачи, условия, материалы и методы исследований, их результаты, заключение или выводы). Рукописи статей должны быть тщательно выверены и отредактированы, текст должен быть изложен ясно и последовательно, научное направление материала должно соответствовать тематической рубрике издания.

Сайт журнала двуязычный (русский/английский) выполнен согласно международным требованиям COPE, вся работа редакции осуществляется с учетом рекомендаций публикационной этики журнала. Публикационная этика издания разработана согласно международным рекомендациям COPE и размещена на сайте Вестник ВГУИТ.

Для удобства подачи материала авторам предлагается электронная подача статей на сайте издания, а также шаблон статьи, который можно скачать и добавить в него материал, заполняя поля шаблона автор предоставляет всю необходимую информацию для оформления и публикации статьи.

Научные направления журнала:

05.00.00 технические науки

1.1 Процессы и аппараты пищевых производств; 1.2 Пищевая биотехнология (05.18.00 *Технология продовольственных продуктов*)

2. Химическая технология (05.17.00 *Химическая технология*)

08.00.00 экономические науки

3. Экономика и управление (08.00.05 *Экономические науки*)

В 2019 г. подана заявка в БД Scopus отказа не было получено, издание прошло 4 ступени из 5, получены рекомендации для доработки журнала.

Задачи издания на перспективу:

- повышение качества журнала в соответствии с требованиями международных стандартов и глобальных индексов цитирования;
- продвижение издания в мировое сообщество;
- поиск и публикация интересных и актуальных научных статей высокого уровня;
- **повышение доступности публикаций российскому и зарубежному научному сообществу за счет использования информационных ресурсов;**
- **привлечение статей зарубежных авторов, увеличение доли совместных публикаций;**
- расширение корпуса высокоцитируемых авторов по тематике журнала и привлечение их для написания статей;
- **увеличение доли обзоров;**
- **усиление редакционной коллегии за счет выявления и привлечения ученых с высокими показателями цитирования, в том числе международных;**
- совершенствование грамотности научного текста, читаемости материала в оригинале и в переводной версии;
- развитие компетенций авторов по подготовке научных публикаций;
- повышение индекса цитирования статей.

Большой вклад в развитие издания внесли профессор Чертов Е.Д. по 2019 г. главный редактор, профессор Антипов С.Т. зам главного редактора по 2019 г. На сегодняшний день, активную работу по развитию издания ведут: профессор Корнеева О.С. - зам. главного редактора, профессор Остриков А.Н. - главный редактор секции «Процессы и аппараты пищевых производств»; профессор Антипова Л.В. - главный редактор секции «Пищевая биотехнология»; профессор Карманова О.В. - главный редактор секции «Химическая технология»; профессор Хорев А.И. - главный редактор секции «Экономика и управление».



Попов В.Н.



Чертов Е.Д.



Корнеева О.С.



Антипов С.Т.



Остриков А.Н.



Антипова Л.В.



Карманова О.В.



Хорев А.И.

Рабочая группа: Дерканосова А.А. – организация работы над изданием, работа с авторами, продвижение и развитие журнала; Торшина А.А. – верстка журнала, техническая редакция статей любой сложности; Ориничева А.А. – литературная редакция статей, правка библиографического списка литературы; Муравьев А.С. – работа с шаблоном статей, IT-специалист; Анохина Е.П. – работа с выкладкой журналов в базы данных и научные электронные библиотеки.



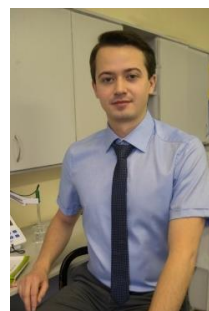
Дерканосова А.А.



Торшина А.А.



Ориничева А.А.



Муравьев А.С.



Анохина Е.П.

Хочется выразить благодарность коллективу издания, за многолетний плодотворный труд. Научная значимость и популярность «Вестник ВГУИТ», это заслуга авторов и людей, которые тратят большое количество времени и сил на обработку материалов статей, повышение доступности издания. Спасибо авторам и коллегам, работающим над изданием.

Анализ публикационной активности журнала (на основе данных SCIENCE INDEX за 2019 год https://www.elibrary.ru/title_profile.asp?id=32905)

Место в рейтинге SCIENCE INDEX за 2019 год по тематике «Пищевая промышленность» - 17

Показатель журнала в рейтинге SCIENCE INDEX – 0,319

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ с учетом цитирования из всех источников – 0,965

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,413

Двухлетний импакт-фактор по ядру РИНЦ – 0,089

Пятилетний импакт-фактор по ядру РИНЦ – 0,076

Число статей, опубликованных за предыдущие два года – 516

Число просмотров статей за год в БД РИНЦ – 16507

Число ссылок на самую цитируемую статью – 38

Среднее число хирша публикуемых авторов – 22

Журнал представляет собой качественный контент статей, приглашаем авторов к публикации, ученых к участию в независимом рецензировании статей!

С уважением к Вам
и Вашим научным трудам,
главный редактор В.Н. Попов

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

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

Материалы журнала размещаются в

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

В журнале представлены статьи по следующим научным специальностям:

05.18.00 – Технология продовольственных товаров;

05.17.00 – Химическая технология;

08.00.00 – Экономические науки

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Председатель (Главный редактор):

ПОПОВ ВАСИЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор биологических наук, профессор, профессор РАН, врио ректора, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0003-1294-8686

Заместители председателя (Зам. главного редактора):

КОРНЕЕВА ОЛЬГА СЕРГЕЕВНА доктор биологических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, проректор по научной и инновационной деятельности, зав. кафедрой биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0002-2863-0771

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ РУБРИК

Процессы и аппараты пищевых производств

ОСТРИКОВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

АЛЕКСЕЕВ ГЕННАДИЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. (г. Санкт-Петербург, Россия)

АНТИПОВ СЕРГЕЙ ТИХОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный изобретатель РФ, советник при ректорате по науке, зав. кафедрой машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0002-8932-5922

АХМЕДОВ МАГОМЕД ЭМИНОВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой товароведения и экспертизы, Дагестанский государственный технический университет (Махачкала, Россия)

БРЕДИХИН СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ доктор технических наук, профессор, кафедра процессы и аппараты перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (Москва, Россия)

ВАСИЛЕНКО ВИТАЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор технических наук, профессор, проректор по учебной работе, профессор кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, декан технологического факультета, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0002-1547-9814

ВИНЧЕНЦО СТОРНЕЛЛИ профессор, профессор кафедры электроники, Университет Л'Аквила (Аквила, Италия)

ДРАННИКОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ доктор технических наук, доцент, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств, декан факультета пищевых машин и автоматов, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

МАКСИМЕНКО ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе и инновациям, заместитель заведующего кафедры технологические машины и оборудование, Астраханский государственный технический университет (Астрахань, Россия)

ПАНФИЛОВ ВИКТОР АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, Россия)

ПРЕЙС ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологические системы пищевых, полиграфических и упаковочных производств Тульский государственный университет, Политехнический институт, (Тула, Россия)

ЧЕРТОВ ЕВГЕНИЙ ДМИТРИЕВИЧ доктор технических наук, профессор, советник при ректорате, зав. кафедрой технической механики, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ШЕВЦОВ АЛЕКСАНДР АНАТОЛЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель РФ, профессор кафедры общепрофессиональных дисциплин, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (Воронеж, Россия)

Пищевая биотехнология

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

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

АМИРОВА ЭЛЛИ доктор наук, основатель и генеральный директор Succirto Inc. (Ла-Меса, США) ORCID: 0000-0002-9377-3875

АНТИПОВА ЛЮДМИЛА ВАСИЛЬЕВНА (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0002-1416-0297

БРЕНЧ АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ кандидат технических наук, доцент, декан инженерно-технологического факультета учреждения образования, Белорусский государственный аграрный технический университет (Минск, Беларусь) ORCID: 0000-0001-6604-9366

ВАЙХАВКУМАР ГАВАЛИ доктор наук, постдокторант, фармакология, отделение внутренней медицины, Медицинский колледж (Цинциннати, США) ORCID: 0000-0002-7917-4913

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

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

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

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

ЙОРДАНОВ ДИНКО ГЕОРГИЕВ доктор наук, доцент кафедры мясные и рыбные технологии, Университет пищевых технологий (Пловдив, Болгария) ORCID: 0000-0002-9300-6588

КАЧАНОВА МИРОСЛАВА доктор наук, профессор кафедры плодоводства, виноградарства и экологии, Словацкий сельскохозяйственный университет (Нитра, Словакия), отдел биоэнергетики и пищевых технологий, Жешувский университет (Жешув, Польша) ORCID: 0000-0002-4460-0222

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

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

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

МАСЛОВ АЛЕКСАНДР доктор медицинских наук, доцент кафедры генетики, Медицинский колледж Альберта Эйнштейна (Нью-Йорк, США) ORCID: 0000-0001-5402-8891

ОСПАНОВ АБДЫМАНАП АБУБАКИРОВИЧ академик КазНАЕН, доктор технических наук, профессор, руководитель учебного научно-производственного Центра «Технология перерабатывающих производств», Казахский национальный аграрный университет (Алматы, Казахстан) ORCID: 0000-0002-3813-603X

ПАНДА ВАНДАНА доктор наук, доцент кафедры фармакологии, Ведущий фармацевтический колледж им. К. М. Кунднани (Мумбай, Индия) ORCID: 0000-0002-7016-7813

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

РОДИОНОВА НАТАЛЬЯ СЕРГЕЕВНА доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой сервиса и ресторанного бизнеса, декан факультета экономики и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0002-6940-7998

СУНДАРРАДЖАН ПРИЯ магистр наук, доктор наук, доцент кафедры естественных наук и биохимии, колледж Святого Ксавьера, Университет Мумбаи (Мумбаи, Индия)

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

ЭСРА КАПАНОГЛУ доктор наук, доцент кафедры пищевой инженерии, Стамбульский технический университет (Стамбул, Турция) ORCID: 0000-0003-0335-9433

Химическая технология

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СУХАНОВ ПАВЕЛ ТИХОНОВИЧ доктор химических наук, профессор, советник при ректорате по научно-методической деятельности, профессор кафедры физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0002-2588-9286

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

Экономика и управление

ХОРЕВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ (гл. ред.) доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0002-8438-0607

АВЕЗОВ АЗИЗУЛЛО ХАБИБОВИЧ доктор экономических наук, профессор кафедры отраслевых рынков, Худжандский Политехнический институт Таджикского Технического университета им. Академика М.С. Осими (Худжанд, Таджикистан) ORCID: 0000-0002-5867-648X

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СИБИРСКАЯ ЕЛЕНА ВИКТОРОВНА доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры статистики, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Москва, Россия) ORCID: 0000-0001-5496-1446

СОВИК ЛЮДМИЛА ЕГОРОВНА доктор экономических наук, профессор, кафедра экономики и бизнеса, Полесский государственный университет (Пинск, Беларусь) ORCID: 0000-0002-427-9789

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

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

Учредитель: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

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

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

Сдано в набор 09.09.2020. Подписано в печать 21.09.2020
Выход в свет: 28.09.2020
Формат 70×100 1/8.
Усл. печ. л. 40 Тираж 1500 экз. Заказ.
Цена – свободная.

© ФГБОУ ВО
«Воронеж. гос. ун-т инж.
технол.», 2020

**The magazine is included in the list of publications recommended
by the Higher Attestation Commission
Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation
for the publication of dissertation research**

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

Journal materials are placed in

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

The journal presents articles on the following scientific specialties:

05.18.00 – Food Technology;

05.17.00 – Chemical Technology;

08.00.00 – Economics

EDITORIAL COUNCIL

Chairman (Editor-in-chief):

POPOV, VASILIIY NIKOLAEVICH Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, Rector, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) ORCID: 0000-0003-1294-8686

Vice-chairman (Deputy Chief Editor):

KORNEEVA, OLGA SERGEEVNA Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Worker of Higher School of Russia, Vice Rector for scientific and innovative activity, Head of the Department of Biochemistry and Biotechnology, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) ORCID: 0000-0002-2863-0771

EDITORIAL TEAM

Processes and devices for food production

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

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

ANTIPOV, SERGEY TIKHONOVICH Doctor of Technical Sciences, professor, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, honored inventor of the Russian Federation, Advisor to the administration of science, Head of the Department of machines and equipment for the food industry, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia) ORCID: 0000-0002-8932-5922

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

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

VASILENKO, VITALII NIKOLAEVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Academic Affairs. Professor of the Department of Fats technology, processes and apparatuses of chemical and food industries, the Dean of the Technology Faculty, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) ORCID: 0000-0002-1547-9814

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

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

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

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

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

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

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

Food biotechnology

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

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

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

AMIROVA ELLIE DAOM, PhD, Diplomate of OM, LAC), Founder and CEO of Succurro Inc. (La Mesa, USA)
ORCID: 0000-0002-9377-3875

BRECH, ANDREY ALEXANDROVICH Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Engineering and Technology of the Educational Institution, Belarusian State Agrarian Technical University (Minsk, Belarus)
ORCID: 0000-0001-6604-9366

VAIBHAVKUMAR, SHANTARAM GAWALI, M.Pharm., Ph.D., Postdoctoral Fellow, Pharmacology, Department of Internal Medicine, College of Medicine, India affiliated to University of Cincinnati. (Cincinnati, USA) ORCID: 0000-0002-7917-4913

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

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

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

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

YORDANOV DINKO GEORGIEV PhD., Associate Professor, meat and fish technology, University of Food Technologies (Plovdiv, Bulgaria) ORCID: 0000-0002-9300-6588

KACANIOVA MIROSLAVA PhD., Department of Fruit sciences, Viticulture and Enology, Faculty of Horticulture and Landscape Engineering, Slovak University of Agriculture (Nitra, Slovakia), full professor, Department of Bioenergy and Food Technology, Faculty of Biology and Agriculture, University of Rzeszow (Rzeszow, Poland) ORCID: 0000-0002-4460-0222

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

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

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

MASLOV ALEXANDER MD/PhD, Research Assistant Professor, Department of Genetics, Albert Einstein College of Medicine (New York, USA) ORCID 0000-0001-5402-8891

OSPANOV, ABDYMANAP ABUBAKIROVICH Academician KazNAEN, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Educational Research and Production Center "Technology of Processing Industries", Kazakh National Agrarian University (Almaty, Kazakhstan) ORCID: 0000-0002-3813-603X

PANDA, SANJEEV VANDANA Ph.D., Associate Professor, Pharmacology, Prin. K. M. Kundnani College of Pharmacy (Mumbai, India) ORCID: 0000-0002-7016-7813

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

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

SUNDARRAJAN PRIYA M.Sc, Ph.D., Associate Professor, Department of Life Science and Biochemistry, St. Xavier's College, India affiliated to University of Mumbai. (Mumbai, India)

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

ESRA CAPANOGLU Ph.D., Associate Professor, Istanbul Technical University, Food Engineering Department (Istanbul, Turkey)
ORCID: 0000-0003-0335-9433

Chemical Technology

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SUKHANOV, PAVEL TIKHONOVICH doctor of Chemical Sciences, Professor, Vice Rector for Research and Innovation. Professor of the Department of Physical and Analytical Chemistry, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

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

Economics and Management

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

AVESOV, AZIZULL HABIBOVICH Doctor of Economics, Professor, Department of Industrial Markets, Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi (Khujand, Tajikistan) ORCID: 0000-0002-5867-648X

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SOVIK, LYUDMILA EGOROVNA Doctor of Economic Science, Professor, Department of Economics and Business, Polessky State University (Pinsk, Belarus) ORCID: 0000-0002-427-9789

Official site: www.vestnik-vsuet.ru

Subscription index of the publication in the Rospechat agency 70927

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

Founder: Voronezh State University of Engineering Technologies

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

Address of the university, editorial office, publishing house and printing department of FSBEI HE "VGUIT"

394036, Voronezh, pr. Revolution 19, room 11

tel / fax: (473) 255-37-16

E-mail: post@vestnik-vsuet.ru

Put in set 09.09.2020. Signed to print 21.09.2020

The publication: 28.09.2020

Format 70×100 1/8.

Conditional Print l. 40 Circulation 1500 copies.

Price - Free.

© FSBEI HE

“Voronezh State University
of Engineering
Technologies”, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Остриков А.Н., Богомолов И.С., Филиппов П.В. Математическое моделирование процесса диффузии жидких добавок внутрь экструдированных гранул комбикорма для рыб ценных пород	19
Антипов С.Т., Казарцев Д.А., Давыдов А.М., Емельянов А.Б. Изучение форм связи влаги в семенах кориандра на основе анализа кинетики сушки	24
Бунин Е.С., Калашников Г.В., Макеев С.В. Сравнительный анализ пищевой и кормовой ценности семян рапса, высушенных конвективным способом и с помощью СВЧ-энергоподвода в закрученном потоке теплоносителя	32
Кульнева Н.Г., Журавлев М.В. Моделирование конструкции ошпаривателя для термохимической обработки свекловичной стружки перед экстрагированием сахарозы	39

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Антипова Л.В., Дарьин А.О. Разработка функционального продукта для профилактики йодонедостаточности	45
Новикова И.В., Антипова Л.В., Романюк Т.И., Бовва О.А., Кудряшов М.С. Разработка технологии напитков типа «Шорли» с коллагеном	50
Шишкина Н.С., Карастоянова О.В., Федянина Н.И., Коровкина Н.В. Применение комплексной радиационно-холодильной технологии для антисептирования и сохранения качества шампиньонов	58
Шевцов А.А., Дранников А.В., Дерканосова А.А., Торшина А.А., Ориничева А.А., Анохина Е.П. Исследование кормовой белковой добавки из растительного сырья со свойствами фитобиотика	65
Зуева Н.В., Агафонов Г.В., Лукинова И.Ю., Долгов А.Н. Анализ химического состава и свойств основных и побочных продуктов при реализации новых технологий получения этанола	71
Зуева Н.В., Агафонов Г.В., Новокшенова Е.А., Долгов А.Н., Чусова А.Е. Исследование состава основных примесей зрелой бражки в зависимости от продолжительности сбраживания, расы спиртовых дрожжей и применяемых ферментных препаратов	78
Самойлов М.А., Ахметшина З.Р., Перов В.В. Перспективы применения съедобной посуды в общественном питании	85
Мельникова Е.И., Станиславская Е.Б., Баранова К.Ю. Применение сывороточных белковых ингредиентов для получения имитаторов молочного жира	90
Шариков А.Ю., Иванов В.В., Амелякина М.В. Влияние перемешивания на эффективность ферментативного гидролиза высококонцентрированных сред экструдированного крахмала кукурузы	96
Тимофеев Р.Г. Рефрактоденсиметрический метод определения объемной доли этилового спирта в винах и винных напитках	104
Питкин В.А., Холодная Л.А. Сравнительная характеристика социального одобрения феномена вегетарианства в России и Великобритании	110
Точилина Р.П., Склепович Т.С., Захаров М.А. Определение массовой концентрации бензойной кислоты в безалкогольной и слабоалкогольной продукции спектрофотометрическим методом	117
Коротких Е.А., Новикова И.В., Агафонов Г.В., Коротких Н.В., Криваносов И.Н. Интенсификация биотехнологии кваса с применением нетрадиционных видов сырья	123
Агафонов Г.В., Ковалева Т.С., Яковлев А.Н., Муравьев А.С., Яковлева С.Ф. Оптимизация водно-тепловой обработки ячменного замеса в производстве этанола	131
Кох Ж.А., Кох Д.А., Непомнящих Е.Н. Полуфабрикат из <i>Daucus carota</i> L. в производстве кондитерских изделий	139
Курчаева Е.Е., Тертычная Т.Н., Шевцов А.А., Сердюкова Н.А. Разработка полноценных комбикормов с использованием рапсового шрота	145
Родионова Н.С., Щетилина И.П., Короткова К.Г., Шолин В.А., Черкасова Н.С., Торосян А.О. Перспективы применения зернобобовых в инновационных технологиях функциональных продуктов питания	153
Алексеева Т.В., Артемова Е.Н., Белокурова Е.В., Потапова Д.И., Гусева О.А., Шерстяных И.А. Исследование потребительских предпочтений при производстве биоактивных паштетов для питания беременных женщин	164
Жижин Н.А. Влияние УВТ-обработки на состав и степень окисленности липидов жировой фазы молочных продуктов функциональной направленности в процессе хранения	170
Руськина А.А., Калинина И.В., Попова Н.В., Наumenко Е.Е., Глаз Н.В., Уфимцева Л.В. Влияние ультразвуковой модификации картофельного крахмала на его функционально-структурные свойства и дисперсный состав	176
Харченко Н.Н., Игонина И.Н., Дунченко Н.И. Современные методы идентификации «черной» икры	183
Мануковская М.В., Щетилина И.П., Кудрякова А.Г., Козлова С.Р., Торосян А.О., Горбунов А.В. Разработка рецептур напитков с заданными биокорректирующими свойствами на основе растительного сырья с применением метода ультразвукового экстрагирования	189
Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Ткачева Е.Д., Рязанцева А.С. Оценка показателей качества хлеба пшеничного, обогащенного вторичным яблочным сырьем	200
Баулина Т.В., Сергиенко И.В., Куцова А.Е., Дерканосова А.А. Использование инулинсодержащего сырья в производстве хлебобулочных изделий	208
Долматова О.И., Панченкова К.А. Изучение качества масла сливочного с вкусовыми компонентами	215

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Карманова О.В., Тихомиров С.Г., Линцова Е.В., Попова Л.В.** Исследование свойств резино-металлокордных композитов в присутствии новых промоторов адгезии 221
- Студеникина Л.Н., Кудина Т.Е., Иушин В.О., Мельников А.А.** Оценка деструкции модифицированных полиолефинов в различных внешних условиях 227
- Плотникова С.Е., Перегудов Ю.С., Горбунова Е.М., Нифталиев С.И.** Перспективы применения жидких отходов производства кальцинированной соды в качестве хладоносителя на основе тройной системы $\text{CaCl}_2\text{-K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{-H}_2\text{O}$ 233

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Лутченко В.Г., Хорев А.И., Хорев И.А., Григорьева В.В., Лутченко Т.В.** Методика формирования стратегических альтернатив развития дочерних предприятий и выбора оптимальной стратегии для каждого из них 239
- Саликов Ю.А., Кривцова Н.Н.** Финансово-экономические характеристики жизненного цикла организации 246
- Рыжкова С.М., Кручинина В.М.** Торговля – инфраструктурный элемент по доставке рыбы потребителям в России 253
- Клейменов Д.С., Рубан А.А., Орехов А.А.** О реализации инвестиционной привлекательности территории 261
- Шкарупета Е.В., Гончаров А.Ю., Серебрякова Н.А.** Инновационное развитие человекоцентрической экономики в условиях выхода из пандемии 269
- Дашкова Е.С., Дорохова Н.В., Зенкова О.А., Исаенко М.И.** Инновационные подходы к развитию персонала в российских организациях 274
- Мещерякова М.А., Шальнев О.Г., Филатова М.В.** Стратегии развития универсальных навыков для VUCA-мира 279
- Аликаева М.В., Асланова Л.О., Шинахов А.А.** Теории социально-экономических экосистем: закономерности и тенденции развития 284
- Подмолодина И.М., Воронин В.П., Коломыцева О.Ю., Колесникова Е.Ю.** Совершенствование менеджмента индустриального развития как основы продовольственной безопасности: комплексный подход 289
- Дзахмишева И.Ш.** Потребители как маркетинговый инструмент развития туристской деятельности 296
- Масик А.В.** Организация воспроизводства инвестиционной деятельности в специализированных овощеводческих предприятиях 302

CONTENTS

PROCESSES AND APPARATUSES OF FOOD ENGINEERING

Ostrikov A.N., Bogomolov I.S., Filiptsov P.V. Mathematical modeling of the diffusion process of liquid additives into extruded pellets of feed stuff for prime fish species	19
Antipov S.T., Kazartsev D.A., Davydov A.M., Emelyanov A.B. Study of the forms of moisture bond in coriander seeds based on analysis of drying kinetics	24
Bunin E.S., Kalashnikov G.V., Makeev S.V. Comparative analysis of the food and feed value of rapeseed dried by convective method and using microwave power supply in a swirling coolant flow	32
Kulneva N.G., Zhuravlev M.V. Modeling the design of the scaler for thermochemical treatment of beet ships before extracting sucharose	39

FOOD BIOTECHNOLOGY

Antipova L.V., Daryin A.O. Development of a functional product for the prevention of iodine deficiency	45
Novikova I.V., Antipova L.V., Romanyuk T.I., Bovva O.A., Kudryashov M.S. Development of technology for "Shorley" type beverages with collagen	50
Shishkina N.S., Karastoyanova O.V., Fedyanina N.I., Korovkina N.V. Application of complex radiation and refrigeration technology for antiseptic treatment and preservation of the quality of mushrooms	58
Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Torshina A.A., Orinicheva A.A., Anokhina E.P. Study of a fodder protein supplement from plant raw materials with phytobiotic properties	65
Zueva N.V., Agafonov G.V., Lukinova I.Yu., Dolgov A.N. Analysis of the chemical composition and properties of the main and side products during the implementation of new technologies for producing ethanol	71
Zueva N.V., Agafonov G.V., Novokshenova E.A., Dolgov A.N., Chusova A.E. The study of the main impurities mature mash depending on the duration of fermentation, yeast alcohol race and used enzyme preparations	78
Samoilov M.A., Akhmetshina Z.R., Perov V.V. Prospects for the use of edible functional containers in public catering	85
Melnikova E.I., Stanislavskaya E.B., Baranova K.Yu. Use of whey protein ingredients to produce milk fat simulants	90
Sharikov A.Yu., Ivanov V.V., Amelyakina M.V. Effect of agitation on the efficiency of enzymatic hydrolysis of highly concentrated media of extruded corn starch	96
Timofeev R.G. Refractodensimetric method for determining the volume fraction of ethyl alcohol in wines and winy beverages	104
Pitkin V.A., Holodnaya L.A. Comparative characteristics of social approval of the phenomenon of vegetarianism in Russia and the UK	110
Tochilina R.P., Sklepovich T.S., Zakharov M.A. Determination of the mass concentration of benzoic acid in non-alcoholic and low-alcohol products by the spectrophotometric method	117
Korotkikh E.A., Novikova I.V., Agafonov G.V., Korotkikh N.V., Krivanosov I.N. Intensification of kvas biotechnology using non-traditional raw materials	123
Agafonov G.V., Kovaleva T.S., Yakovlev A.N., Muravev A.S., Yakovleva S.F. Optimization of water-heat treatment of barley batch (mix) in ethanol production	131
Koch Zh.A., Koch D.A., Nepomnyashchikh E.N. Semi-finished product from <i>Daucus carota L.</i> in the manufacture of confectionery	139
Kurchaeva E.E., Tertychnaya T.N., Shevtsov A.A., Serdyukova N.A. Development of complete compound feeds with rapeseed meal	145
Rodionova N.S., Shchetilina I.P., Korotkova K.G., Cholin V.A., Cherkasova N.S., Torosyan A.O. Prospects for the use of pulses in innovative technologies for functional food products	153
Alekseeva T.V., Artemova E.N., Belokurova E.V., Potapova D.I., Guseva O.A., Sherstyaniy I.A. Research of consumer preferences in the production of bioactive pates for nutrition of pregnant women	164
Zhizhin N.A. Effect of uht treatment on the composition and oxidation of lipids in the fat phase of dairy products during storage	170
Ruskina A.A., Kalinina I.V., Popova N.V., Naumenko E.E., Glaz N.V., Ufimtseva L.V. The effect of potato starch ultrasonic modification on its functional and structural properties and the particle size	176
Harchenko N.N., Igonina I.N., Dunchenko N.I. Modern methods for identification of sturgeons caviar	183
Manukovskaya M.V., Shchetilina I.P., Kudryakova A.G., Kozlova S.R., Torosyan A.O., Gorbunov A.V. Development of beverage recipes with specified bio-corrective properties based on plant raw materials with the ultrasonic extraction method	189
Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Tkacheva E.D., Riazantseva A.S. Evaluation of quality indicators of wheat bread enriched with secondary apple raw materials	200
Baulina T.V., Sergienko I.V., Kutsova A.E., Derkanosova A.A. Use of inulin-containing raw materials in bakery products	208
Dolmatova O.I., Panchenkova K.A. The study of the quality of butter with flavoring components	215

CHEMICAL TECHNOLOGY

- Karmanova O.V., Tikhomirov S.G., Lintsova E.V., Popova L.V.** Research of the properties of rubber-cord composites in the presence of new adhesion promoters 221
- Studenikina L.N., Kudina T.E., Iushin V.O., Melnikov A.A.** Evaluation of the degradation of the modified polyolefins in different environments 227
- Plotnikova S.E., Peregudov Yu.S., Gorbunova E.M., Niftaliev S.I.** Prospects for the use of liquid waste from the production of sodium carbonate as a coolant based on the ternary system $\text{CaCl}_2\text{-K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{-H}_2\text{O}$ 233

ECONOMICS AND MANAGEMENT

- Lutchenko V.G., Khorev A.I., Khorev I.A., Grigoryeva V.V., Lutchenko T.V.** Method of forming strategic alternatives for the development of subsidiaries and choosing the optimal strategy for each of them 239
- Salikov Yu.A., Kravtsova N.N.** Financial and economic characteristics of the organization's life cycle 246
- Ryzhkova S.M., Kruchinina V.M.** Trade-an infrastructure element for delivering fish to consumers in Russia 253
- Kleymentov D.S., Ruban A.A., Orekhov A.A.** Realization of investment attractiveness of the territory 261
- Shkarupeta E.V., Goncharov A.Yu., Serebryakova N.A.** Innovative Development of a Human-Centered Economy in the Context of Overcoming the Pandemic 269
- Dashkova E.S., Dorokhova N.V., Zenkova O.A., Isaenko M.I.** Innovative approaches to personnel development in Russian organizations 274
- Meshcheryakova M.A., Shalnev O.G., Filatova M.V.** Strategies for Developing Universal Skills for the VUCA World 279
- Alikaeva M.V., Aslanova L.O., Shinahov A.A.** Theories of socio-economic ecosystems: patterns and development trends 284
- Podmolodina I.M., Voronin V.P., Kolomytseva O.Yu., Kolesnikova E.Yu.** Improvement of industrial development management as a basis food security: an integrated approach 289
- Dzakhmisheva I.Sh.** Consumers as a marketing tool for the development of tourist activities 296
- Masik A.V.** Organization of reproduction of investment activities in specialized vegetable enterprises 302

Процессы и аппараты пищевых производств

Processes and devices for food production

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-3-19-23>

Оригинальная статья / Research article

УДК 539.219: 639.3.043

Open Access

Available online at vestnik-vsuet.ru

Математическое моделирование процесса диффузии жидких добавок внутрь экструдированных гранул комбикорма для рыб ценных пород

Александр Н. Остриков¹ ostrikov27yandex.ru  0000-0002-2335-0017Игорь С. Богомолов² igor-bog@yandex.ruПавел В. Филиппов² filiptsov9393@mail.ru¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия² АО «НПП «ВНИИ комбикормовой промышленности», пр-т Труда, 91, г. Воронеж, 394026, Россия

Аннотация. Рассмотрена математическая модель процесса диффузии жидких компонентов внутрь экструдированных гранул комбикорма для ценных пород рыб в условиях вакуумного напыления. Это позволит увеличить содержание жира до 40% и повысить усвояемость и питательные свойства комбикорма. Предложено для описания процесса диффузии жидкости в пористых гранулах использовать дифференциальное уравнение молекулярной диффузии с граничными условиями третьего рода. Для математического описания было использовано решение уравнения нестационарной молекулярной диффузии для тел, имеющих геометрическую форму неограниченного цилиндра (такими телами можно считать экструдированные гранулы). Проведенные исследования при значениях критерия Био свыше 100, показали, что концентрация жидких добавок внутри экструдированных гранул становится равной концентрации жидких добавок на их поверхности. Данное решение при постоянстве концентрации жидких добавок на поверхности экструдированных гранул имеет вид быстро сходящегося ряда. Учитывая, что при числах Фурье больше 0.3 ряд быстро сходится, то можно отбросить все члены ряда, кроме первого. Таким образом, полученное решение уравнения нестационарной молекулярной диффузии при постоянстве концентрации жидких добавок на поверхности гранул имело вид быстро сходящегося ряда. Логарифмируя данное уравнение и решая его относительно критерия Фурье, получили выражение для определения продолжительности процесса диффузии. Сравнение расчетных кривых и экспериментальных данных показало, что среднеквадратичное отклонение не превышало 14.3%. Применение вакуумного напыления жидких добавок на поверхность гранул позволило увеличить коэффициент диффузии с 4.78×10^{-4} до 6.112×10^{-4} м²/с по сравнению с традиционной технологией дражирования в барабанном аппарате.

Ключевые слова: математическая модель, диффузия, жидкости, вакуумное напыление, экструдированные гранулы

Mathematical modeling of the diffusion process of liquid additives into extruded pellets of feed stuff for prime fish species

Alexander N. Ostrikov¹ ostrikov27yandex.ru  0000-0002-2335-0017Igor S. Bogomolov² igor-bog@yandex.ruPavel V. Filiptsov² filiptsov9393@mail.ru¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia² Scientific-production center VNII of feed industry, Truda Av., 91 Voronezh, 394026, Russia

Abstract. A mathematical model of the diffusion process of liquid components into extruded pellets of feed stuff for prime fish species under vacuum spraying is considered. This will increase the fat content up to 40% and improve the digestibility and nutritive properties of the feed stuff. It is suggested to use the differential equation of molecular diffusion with boundary conditions of the third kind to describe the process of diffusion of liquid in porous pellets. For a mathematical description, the solution of the equation of unsteady molecular diffusion for bodies with the geometric shape of an unbounded cylinder (extruded pellets can be considered such bodies) was used. The studies carried out with values of the Bio criterion over 100 showed that the concentration of liquid additives inside the extruded pellets becomes equal to the concentration of liquid additives on their surface. Given a constant concentration of liquid additives on the surface of extruded pellets, this solution takes place in the form of a rapidly converging series. Considering that for Fourier numbers greater than 0.3 the series converges quickly, then all the members of the series can be discarded except the first one. Thus, the obtained solution of the equation of unsteady molecular diffusion at a constant concentration of liquid additives on the surface of pellets had the form of a rapidly converging series. Taking the logarithm of the obtained equation and solving its Fourier criterion, we attained the expression for determining the duration of the diffusion process. Comparison of the calculated curves and experimental data showed that the root mean square deviation did not exceed 14.3%. The use of vacuum spraying of liquid additives on the surface of pellets made it possible to increase the diffusion coefficient from 4.78×10^{-4} to 6.112×10^{-4} m²/c in comparison with the traditional technology of pelleting in a drum apparatus.

Keywords: mathematical model, diffusion, liquid, vacuum spraying, extruded pellets

Для цитирования

Остриков А.Н., Богомолов И.С., Филиппов П.В. Математическое моделирование процесса диффузии жидких добавок внутрь экструдированных гранул комбикорма для рыб ценных пород // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 19-23. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-19-23

For citation

Ostrikov A.N., Bogomolov I.S., Filiptsov P.V. Mathematical modeling of the diffusion process of liquid additives into extruded pellets of feed stuff for prime fish species. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 19–23. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-19-23

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Низкая питательность и несбалансированный состав, высокая крошимость и низкая водостойкость гранул отечественных комбикормов отрицательно влияют на продуктивность рыбы [5, 8]. Одним из перспективных направлений повышения качества комбикормов для аквакультуры является замена животного белка и жира на растительные компоненты [10]. АО «НПЦ «ВНИИКП» в результате выполненных исследований разработана перспективная технология комбикормов, в которых осуществлена замена дорогостоящих белковых компонентов животного происхождения (рыбная мука, мясокостная мука, кровяная мука, субпродукты и т. п.) на растительные высокобелковые компоненты (соевый, подсолнечный или рапсовый шрот, люпин, горох, соя и т. п.), подвергнутые экструзионной обработке, и вакуумное нанесение с последующей диффузией жидких компонентов (растительное масло, рыбий жир и т. п. внутрь экструдированных гранул.) [6, 7]. Это позволило снизить количество рыбной муки в рецепте с 40 до 21% без снижения продуктивных свойств экструдированных кормов.

Применение вакуумного напыления жировых компонентов на экструдированные комбикорма для ценных пород рыб привело к возможности повышения содержания жира до 40%, стабилизации питательных качеств комбикорма; снижению дробления комбикормов на 10%; улучшению физических качеств готового комбикорма (влажность 10–12%); повышению уровня проникновения жидких компонентов на 25–30%; сохранению сухой поверхности экструдата; снижению патогенной микрофлоры до 0 [9].

Разработаны система вакуумного напыления, с помощью которых возможен ввод жидких компонентов до 42% без ущерба для характеристик текучести готового продукта. Вакуумное напыление делает возможным обеспечение гораздо большей точности ввода компонентов, а также обеспечивает гораздо лучший показатель коэффициента вариации в сравнении с процессом непрерывного типа.

Процесс вакуумной пропитки можно регулировать, исходя из того, какому виду и возрасту рыб предназначается корм, чтобы они в разные периоды жизни получали больше витаминов и энзимов для улучшения состояния здоровья.

Размеры пористых экструдированных гранул комбикормов следующие: диаметр от 1.2 мм до 4.0 мм, длина гранул от 12–15 мм до 30–40 мм. Диффузия жировитаминной добавки внутрь гранул происходит при ламинарном режиме движения.

Жилин А.А. и Федоров А.В. [1] исследуя динамику изменения влаги в сечениях $x = 10, 20, 90$ мм в бруске из пористого материала длиной 100 мм, использовали для описания исследуемого процесса уравнение нестационарной диффузии

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D(W) \frac{\partial W}{\partial x} \right),$$

где $D(W)$ – коэффициент диффузии; W – влажность; t – время; x – пространственная координата.

Решение данной задачи проводилось численно методом пристрелки в два этапа.

В результате было получено распределение влажности в рассматриваемых сечениях в зависимости от времени. В каждом сечении на профиле влажности можно выделить три участка. Начало первого участка, на котором значение влажности равно нулю, соответствует моменту начала эксперимента, конец – моменту достижения волной влажности рассматриваемого сечения. На втором участке происходит постепенное увеличение влажности до значения W_k . Третий участок, как и первый, характеризуется постоянным значением влажности, равным W_k .

Мейрманов А.М. и др. [2] рассмотрели две модели диффузии в пороупругой среде, состоящие из системы уравнений Стокса, которые описывают движение несжимаемой вязкой жидкости в поровом пространстве и системы уравнений Ламе, описывающих колебания несжимаемого твердого скелета. Рассматриваемая система дополняется конвективным уравнением диффузии для примеси в жидкости. Получены новые корректные математические модели, моделирующие процесс диффузии в пороупругой среде посредством усреднения и метода двух-масштабной сходимости Нгуэсенга.

В работе [3, 4] предложено кинетическое уравнение типа Колмогорова–Феллера с дополнительной координатой, описывающее как диффузионный, так и субдиффузионный массоперенос. Поскольку это уравнение является дифференциальным по времени и допускает параметрическую зависимость ядра $W \sim$ от t , оно может быть полезно при моделировании нестационарных процессов, в том числе сопровождающихся сменой режимов переноса.

Материалы и методы

Решение дифференциального уравнения молекулярной диффузии жидких добавок в экструдированных гранулах описывается уравнением:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = D_T \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \right). \quad (1)$$

с граничными условиями третьего рода (при условии поглощающей (адсорбционной) поверхности т. е. когда $c_{г.пов} = 0$) :

$$-D_T \left(\frac{\partial c}{\partial n} \right)_n = \beta (c_r - c_{r, \text{пов}}) = \beta c_r \quad (2)$$

и начальными условиями

$$c(x, y, z, 0) = c_0 \quad (3)$$

Примем, что в процессе диффузии жидких добавок внутрь экструдированных гранул температура гранул и их теплофизические характеристики не изменяются, тогда для математического описания такой задачи используем решение нестационарной молекулярной диффузии в телах определенной геометрической формы (неограниченный цилиндр). В допущении постоянства концентрации жидких добавок, т. е. $c_{r, \text{пов}} = \text{const}$, решение имеет для неограниченного цилиндра (таким телом можно считать экструдированные гранулы) следующий вид

$$\theta = \frac{c_{X=1} - c}{c_{X=1}} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \sin \mu_n}{\mu_n + \sin \mu_n \cos \mu_n} \times \left(\cos(\mu_n X) \exp(-\mu_n^2 \text{Fo}) \right), \quad (4)$$

где в соотношениях (1)–(4): c – концентрация жидких добавок в экструдированных гранулах; $c_{r, \text{п}} = c_{X=1}$ – концентрация жидких добавок в экструдированных гранулах на их поверхности, равновесная с концентрацией жидких добавок в аэрозоле (диспергируемой среде) на поверхности гранулы; $(\partial c_r / \partial n)_n$ – градиент концентрации жидких добавок в непосредственной близости от поверхности гранул; D_T – коэффициент молекулярной диффузии жидких добавок в экструдированных гранулах, м/с; c_0 – начальная концентрация жидких добавок в экструдированных гранулах ($c_0 = 0$); β – коэффициент массоотдачи, м/с; $\theta = (c_{X=1} - c) / c_{X=1}$ – безразмерная концентрация жидких добавок в экструдированных гранулах; $X = x / \delta$ – безразмерная координата; μ_n – представляет собой корни характеристического уравнения $\text{ctg} \mu_n = \mu_n / \text{Bi}$; $\text{Bi} = \beta \delta / D_T$ – число Био; $\text{Fo} = D_T \tau / \delta^2$ – критерий Фурье или безразмерное время; $\delta = 2r$ – половина толщины гранулы, м.

Результаты и обсуждение

Проведенные исследования при значениях критерия $\text{Bi} \geq 100$, показали что концентрация жидких добавок на поверхности экструдированных гранул становится равной равновесной концентрации аэрозоля жидких добавок, т. е. равной константе ($c_{r, \text{п}} = c_{X=1} = \text{const}$).

Полученные значения критерия Био ($\text{Bi} \rightarrow \infty$) показывают высокую интенсивность осаждения частиц жидких добавок на поверхность

экструдированных гранул. Тогда граничные условия III рода трансформируются в граничные условия I рода и процесс диффузии жидких добавок в экструдированные гранулы определяется только физическими размерами гранулы.

Тогда для рассматриваемого случая уравнение (4) с учетом того, что концентрация жидких добавок на оси цилиндра (экструдированных гранул) ($X = 0$), принимает вид:

$$\theta_{X=0} = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(2n-1)} \cos \left[\frac{(2n-1)}{2} \pi X \right] \exp \left[- \left(\frac{2n-1}{2} \right)^2 \pi^2 \text{Fo} \right]. \quad (5)$$

Так как $c_{r, \text{п}} = c_{X=1} = \text{const}$, то при $X = 1$ $\theta = 0$.

Учитывая, что при $\text{Fo} \geq 0,3$ ряд (5) быстро сходится, поэтому, отбрасывая все члены ряда, кроме первого, получаем следующее уравнение:

$$\theta_{X=0} = \frac{4}{\pi} \exp \left[- \left(\frac{\pi}{2} \right)^2 \text{Fo} \right]. \quad (6)$$

Логарифмируя выражение (6) и решая его относительно критерия Фурье, получим:

$$\text{Fo} = \frac{4}{\pi^2} \ln \left(\frac{4}{\pi} \cdot \frac{1}{\theta_{X=0}} \right). \quad (7)$$

Уравнение (7) можно записать:

$$\tau = \left(\frac{2\delta}{\pi} \right)^2 \frac{1}{D_T} \ln \left(\frac{1}{\theta_{X=0}} \cdot \frac{4}{\pi} \right), \quad (8)$$

или

$$D_T = \left(\frac{2\delta}{\pi} \right)^2 \frac{1}{\tau} \ln \left(\frac{1}{\theta_{X=0}} \cdot \frac{4}{\pi} \right). \quad (9)$$

С помощью формулы (9) определяем численные значения коэффициентов диффузии D_T , используя для этого время и концентрацию жидких добавок на поверхности экструдированных гранул $c_{r, \text{п}}^*$ и $c_{X=1}$ в центре цилиндра (гранулы) ($X = \delta$) $c_{X=0} = c$.

Для вычисления критерия Био необходимо определить коэффициент массоотдачи β .

Для данного эксперимента (при $d_g = 1,2 \cdot 10^{-7}$ м, $D_T = 3,3 \cdot 10^{-7}$ м/с, $t_q^+ = 2,66 \cdot 10^{-4}$, $\text{Sc} = 75$, $\text{Re} = 850$, $\lambda' = 0,47$, $U_0 = 0,022$ м/с, $\beta = 1,139 \cdot 10^{-4}$ м²/с, $\text{Bi} = 194 > 100$), значение коэффициента массоотдачи равно $\beta = 1,089 \cdot 10^{-4}$ м²/с.

Для процесса диффузии жидких добавок внутрь экструдированных гранул по традиционной технологии в дражировочном барабанном аппарате были получены значения коэффициента диффузии жидких добавок $D_T = 4,78 \cdot 10^{-4}$ м²/с, а с применением вакуумной обработки увеличилось до $D_T = 6,112 \cdot 10^{-4}$ м²/с.

Затем, используя решение (9), определим профиль распределения расчетных значений концентраций жидких добавок по радиусу экструдированных гранул (рисунок 1).

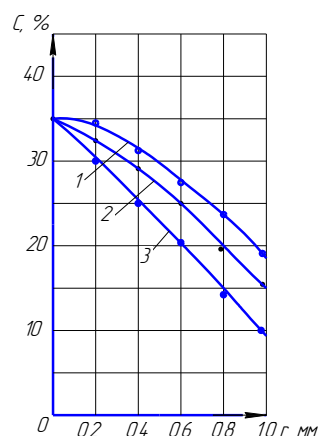


Рисунок 1. График изменения концентрации жидких добавок от глубины проникновения внутрь экструдированных гранул при различных значениях величины разряжения в рабочей камере вакуумного напылителя P , МПа: 1 – 0.02; 2 – 0.03; 3 – 0.04

Figure 1. Graph of liquid additives concentration changes versus the depth of penetration into the extruded pellets at different values of the vacuum in the working chamber of the vacuum sprayer P , MPa: 1 – 0.02; 2 – 0.03; 3 – 0.04

Сравнение расчетных кривых и экспериментальных данных показывает хорошую сходимость: среднеквадратичное отклонение не превышало 14.3%.

Таким образом, использование вакуумного напыления жидких добавок и их последующая диффузия внутрь экструдированных гранул позволяет не только увеличить на 30–35% коэффициент диффузии, но и добиться более равномерного распределения жидких добавок внутри гранул (рисунок 1).

Заключение

Для математического описания процесса диффузии жидких добавок внутрь капиллярно-пористых экструдированных гранул использовано решение уравнения нестационарной молекулярной для тел, которое при постоянстве концентрации жидких добавок на поверхности гранул имеет вид быстросходящегося ряда. Было получено выражение для определения продолжительности процесса диффузии. Сравнение расчетных кривых и экспериментальных данных показало, что среднеквадратичное отклонение не превышало 14.3%.

Литература

- 1 Жилин А.А., Федоров А.В. Физико-математическое моделирование процессов капиллярной пропитки пористых материалов // Прикладная механика и техническая физика. 2009. Т. 50. № 1. С. 42–51.
- 2 Мейрманов А.М., Зимин Р.Н., Гальцева О.В., Гальцев О.А. Математические модели диффузии в пороупругих средах // Научные ведомости. Серия: Математика. Физика. 2012. № 17(136). С. 77–90.
- 3 Королев Л.В., Бытев Д.О. Моделирование субдиффузионного процесса массопереноса // МНТФ Первые Косыгинские чтения. 2017. Т. 7. С. 1826–1828.
- 4 Королев Л.В., Бытев Д.О. Случайный перенос в пористой сорбирующей среде // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2013. Т. 56. № 6. С. 86–89.
- 5 Shrinivasa D. J., Mathur S. M. Compound feed production for livestock // Current science. 2020. V. 118. № 4. P. 553.
- 6 Iegorov B. et al. Condition and prospects of development of compound feed production for salmonidae // Grain Products and Mixed Fodder's. 2020. V. 20. № 1. P. 31–35.
- 7 Афанасьев В.А. Руководство по технологии комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов. В 2-х т. Воронеж: Элистр, 2008. 490 с.
- 8 Peng W.X., Marchal J.L.M., Van der Poel A.F.B. Strategies to prevent and reduce mycotoxins for compound feed manufacturing // Animal Feed Science and Technology. 2018. V. 237. P. 129–153.
- 9 Афанасьев В.А., Остриков А.Н., Василенко В.Н., Фролова Л.Н. и др. Оценка эффективности технологии получения зерновых хлопьев для производства комбикормов для молодняка крупного рогатого скота // Кормопроизводство. 2017. № 6. С. 33–38.
- 10 Селезнева Н.В., Ижболдина С.Н. Использование престартерных и стартерных комбикормов при выращивании молодняка крупного рогатого скота // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2016. № 9. С. 17–24.
- 11 Lohri C.R. et al. Treatment technologies for urban solid biowaste to create value products: a review with focus on low-and middle-income settings // Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. 2017. V. 16. № 1. P. 81–130.
- 12 Oskui S.M. Resonating mass sensors for detecting microgram scale objects in fluids. Riverside, 2016.
- 13 Закурдаева А.В., Резанова Е.В. Численное моделирование процесса формирования жидкого сферического микробаллона, содержащего пузырек газа. 2017.
- 14 Гаджизаде С.М., Зейналова С.Х., Агаева Т.Ф. Математическое моделирование процесса получения жидких продуктов из газов каталитического крекинга на цеолитсодержащем катализаторе, модифицированном металлами vi и viii групп // Кинетика и катализ. 2017. Т. 58. № 4. С. 438–446.
- 15 Копылов М.В., Татаренков Е.А., Ткачев О.А., Горбатова А.В. Оптимизация процесса отжима растительного масла методом математического моделирования // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 28–33. doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-28-33

References

- 1 Zhilin A.A., Fedorov A.V. Physico-mathematical modeling of capillary impregnation of porous materials. Applied Mechanics and Technical Physics. 2009. vol. 50. no. 1. pp. 42–51. (in Russian).
- 2 Meirmanov A.M., Zimin R.N., Galtseva O.V., Galtsev O.A. Mathematical models of diffusion in poroelastic media. Scientific Bulletin. Series: Mathematics. Physics. 2012. no. 17 (136). pp. 77–90. (in Russian).
- 3 Korolev L.V., Bytev D.O. Modeling of the subdiffusion process of mass transfer. MNTF First Kosygin readings. 2017. vol. 7. pp. 1826–1828. (in Russian).
- 4 Korolev L.V., Bytev D.O. Accidental transfer in a porous sorbing medium. Universities Bulletin. Chemistry and chemical technology. 2013. vol. 56. no. 6. pp. 86–89. (in Russian).
- 5 Shrinivasa D. J., Mathur S. M. Compound feed production for livestock. Current science. 2020. vol. 118. no. 4. pp. 553.
- 6 Iegorov B. et al. Condition and prospects of development of compound feed production for Salmonidae. Grain Products and Mixed Fodder's. 2020. vol. 20. no. 1. pp. 31-35.
- 7 Afanasyev V.A. Guidelines for the technology of feed stuff, protein-vitamin-mineral concentrates and premixes. In 2 v. Voronezh, Elist, 2008. 490 p. (in Russian).
- 8 Peng W.X., Marchal J.L.M., Van der Poel A.F.B. Strategies to prevent and reduce mycotoxins for compound feed manufacturing. Animal Feed Science and Technology. 2018. vol. 237. pp. 129-153.
- 9 Afanasyev V.A., Ostrikov A.N., Vasilenko V.N., Frolova L.N. et al. Evaluation of the grain flakes technology efficiency for the production of feed stuff for young cattle. Feed production. 2017. no. 6. pp. 33-38. (in Russian).
- 10 Selezneva N.V., Izhboldina S.N. The use of pre-starter and starter feed stuff for growing young cattle. Feeding agricultural animals and fodder production. 2016. no. 9. pp. 17-24. (in Russian).
- 11 Lohri C.R. et al. Treatment technologies for urban solid biowaste to create value products: a review with focus on low-and middle-income settings. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. 2017. vol. 16. no. 1. pp. 81-130.
- 12 Oskui S.M. Resonating mass sensors for detecting microgram scale objects in fluids. Riverside, 2016.
- 13 Zakurdaeva A.V., Rezanova E.V. Numerical simulation of the formation process of a liquid spherical microballoon containing a gas bubble. 2017. (in Russian).
- 14 Hajzade S.M., Zeynalova S.Kh., Agaeva T.F. Mathematical modeling of the process of obtaining liquid products from gases of catalytic cracking on a zeolite-containing catalyst modified with metals of groups vi and viii. Kinetics and Catalysis. 2017. vol. 58. no. 4. pp. 438-446. (in Russian).
- 15 Kopylov M.V., Tatarenkov E.A., Tkachev O.A., Gorbatova A.V. Optimization of oil extraction process by the method of mathematical modeling. Proceedings of VSUET. 2017. vol. 79. no. 1. pp. 28-33. doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-28-33. (in Russian).

Сведения об авторах

Александр Н. Остриков д.т.н., профессор, заведующий кафедрой, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ostrikov27yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2335-0017>

Игорь С. Богомолов к.т.н., первый заместитель генерального директора, Научно-производственный центр «ВНИИ комбикормовой промышленности», пр-т Труда, 91, г. Воронеж, 394026, Россия, igor-bog@yandex.ru

Павел В. Филиппов старший инженер, сектор специальных технологий и оборудования производства комбикормов. БВД и премиксов, Научно-производственный центр «ВНИИ комбикормовой промышленности», пр-т Труда, 91, г. Воронеж, 394026, Россия, filiptsov9393@mail.ru

Вклад авторов

Александр Н. Остриков выполнил расчеты

Игорь С. Богомолов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Павел В. Филиппов выполнил эксперимент

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Alexander N. Ostrikov Dr. Sci. (Engin.), head of department, technology of fats, processes and apparatuses of chemical and food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ostrikov27yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2335-0017>

Igor S. Bogomolov Cand. Sci. (Engin.), first deputy general director, Scientific-production center VNII of feed industry, Truda Av., 91 Voronezh, 394026, Russia, igor-bog@yandex.ru

Pavel V. Filiptsov senior engineer, sector of special technologies and equipment for the production of animal feed, protein and vitamin supplements and premixes, Scientific-production center VNII of feed industry, Truda Av., 91 Voronezh, 394026, Russia, filiptsov9393@mail.ru

Contribution

Alexander N. Ostrikov performed computations

Igor S. Bogomolov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Pavel V. Filiptsov conducted an experiment

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 09/07/2020	После редакции 20/07/2020	Принята в печать 29/07/2020
Received 09/07/2020	Accepted in revised 20/07/2020	Accepted 29/07/2020

Процессы и аппараты пищевых производств**Processes and devices for food production**DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-3-24-31>

Оригинальная статья/Research article

УДК 664.724

Open Access

Available online at vestnik-vsuet.ru**Изучение форм связи влаги в семенах кориандра на основе анализа кинетики сушки**

Сергей Т. Антипов	¹	ast@vsuet.ru	 0000-0003-4299-1538
Дмитрий А. Казарцев	²	kda_79@mail.ru	 0000-0001-6597-2327
Артем М. Давыдов	³	Davydov.AM@rea.ru	 0000-0001-5308-4752
Александр Б. Емельянов	¹	okipr-mip@mail.ru	 0000-0002-8428-4279

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия² Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПГУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия³ Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, 117997, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, касающиеся изучения форм связи влаги, удаляемой в процессе сушки семян кориандра. Выполнено исследование по определению количественного содержания влаги различных форм связи двумя методами и проведен сравнительный анализ. Показано, что существующие методы изучения форм связи влаги с материалом имеют существенные недостатки и в основном дают качественную оценку состояния влаги в материале или являются очень трудоемкими и требуют проведения длительных лабораторных исследований. Предложен подход к определению форм связи влаги в семенах кориандра на основе графо-аналитического анализа кинетики сушки, позволяющий качественно и количественно провести оценку состояния влаги в семенах. С помощью графического редактора проведена обработка кривых кинетики сушки семян кориандра и получены зависимости величины характеризующей быстроту изменения скорости сушки семян кориандра от влагосодержания продукта и предложено введение нового понятия в теорию сушки данной величины как «ускорение сушки». Проведен анализ полученных кривых, свидетельствующий о наличии экстремумов и точек перегиба соответствующим критическим влагосодержаниям, а так же наличие участков с замедлением или ускорением изменения скорости сушки, позволяющих установить интервалы удаления влаги с различной энергией связи. Рассматриваемый в статье подход к определению форм связи влаги в семенах кориандра позволит не только дать качественную и количественную оценку состояния влаги в продуктах, но и сократить время на проведения анализа и повысить точность результатов.

Ключевые слова: формы связи влаги, графическая обработка, сушка, кинетика сушки, семена кориандра**Study of the forms of moisture bond in coriander seeds based on analysis of drying kinetics**

Sergei T. Antipov	¹	ast@vsuet.ru	 0000-0003-4299-1538
Dmitry A. Kazartsev	²	kda_79@mail.ru	 0000-0001-6597-2327
Artem M. Davydov	³	Davydov.AM@rea.ru	 0000-0001-5308-4752
Alexander B. Emelyanov	¹	okipr-mip@mail.ru	 0000-0002-8428-4279

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia² K. G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management, Zemlyanoy Val street 73, Moscow, 109004, Russia³ Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny Lane 36, Moscow, Russia

Abstract. The article deals with the issues related to the study of the forms of connection of moisture removed during the drying of coriander seeds. A study was carried out to determine the quantitative moisture content of various forms of communication by two methods and a comparative analysis was carried out. It is shown that the existing methods for studying the forms of moisture-material bond have significant drawbacks and generally give a qualitative assessment of the state of moisture in the material or are very laborious and require lengthy laboratory research. An approach is proposed to determine the forms of moisture bond in coriander seeds based on graph-analytical analysis of the drying kinetics, which makes it possible to qualitatively and quantitatively assess the state of moisture in the seeds. With the help of a graphical editor, the curves of the kinetics of drying of coriander seeds were processed and the dependences of the value characterizing the rate of change in the rate of drying of coriander seeds on the moisture content of the product were obtained, and the introduction of a new concept into the theory of drying of this value as "acceleration of drying" was proposed. The analysis of the obtained curves is carried out, indicating the presence of extrema and points of inflection to the corresponding critical moisture content, as well as the presence of areas with a slowdown or acceleration of the drying rate change, which make it possible to establish the intervals of moisture removal with different binding energies. The approach considered in the article to determine the forms of moisture bond in coriander seeds will allow not only to give a qualitative and quantitative assessment of the state of moisture in products, but also to reduce the time spent on analysis and increase the accuracy of the results.

Keywords: forms of moisture bond, graphic processing, drying, drying kinetics, coriander seeds

Для цитирования

Антипов С.Т., Казарцев Д.А., Давыдов А.М., Емельянов А.Б. Изучение форм связи влаги в семенах кориандра на основе анализа кинетики сушки // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 24–31. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-24-31

For citation

Antipov S.T., Kazartsev D.A., Davydov A.M., Emelyanov A.B. Study of the forms of moisture bond in coriander seeds based on analysis of drying kinetics. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 24–31. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-24-31

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

При исследовании и оптимизации параметров процесса сушки семян кориандра изучение форм связи влаги имеет важное теоретическое и практическое значение. В процессе сушки семена кориандра под воздействие теплоты и влаги могут значительно изменять свои физические свойства. Эти изменения обусловлены молекулярным характером связи влаги с сухим скелетом вещества. Процесс удаления влаги из семян кориандра, представляющих собой коллоидно-капиллярнопористое тело, зависит от характера молекулярной связи жидкости, содержащейся в семенах и сопровождается нарушением связи ее с сухим скелетом вещества, на что затрачивается определенная энергия [1–3, 10–15].

Каждая форма связи влаги по П.А. Ребиндеру характеризуется определенной энергией связи. При сушке семян кориандра удаляется физико-механически и физико-химически связанная влага, которая по своей природе и энергии связи подразделяется на капиллярную, осмотически связанную, адсорбционно связанную влагу полимолекулярных и мономолекулярных слоев. Для того чтобы удалить из семян влагу той или иной формы нужно затратить определенное количество энергии, зависящее от энергии связи влаги и количества влаги данной формы в продукте.

Применение современных компьютерных технологий и средств автоматизации позволяет оптимизировать энергетические и материальные затраты на процесс сушки. Однако, для разработки надежного способа управления процессом сушки и оптимизации температурных режимов и энергетических затрат необходимо знать точное соотношение различных форм связи влаги в продукте и энергию ее связи. Сложность задачи заключается в том, что для семян кориандра в зависимости от сорта, климатических условий выращивания, влажности при уборке с полей и т.д. соотношения влаги различных форм связи будет не одинаково. При переработке сырья на соотношения влаги различных форм связи также могут оказывать влияние многие случайные факторы на предшествующих сушке производственных стадиях.

Поэтому изучение форм связи влаги в семенах кориандра и разработка точных и ускоренных методов определения физического состояния и свойств воды в продуктах имеет важное теоретическое и практическое значение и является актуальной.

Цель работы – определение качественной и количественной оценки форм связи влаги в семенах кориандра на основе графической обработки кинетики сушки.

Материалы и методы

Исследования кинетики СВЧ-сушки семян кориандра проводились в стационарном режиме на установке, описанной в [1]. Установка представляла собой цилиндрическую сушильную камеру с установленными магнетронами и систему подвода воздуха с элетрокалорифером. По высоте сушильной камеры были установлены пробоотборники.

Для исследования кинетики сушки семена кориандра предварительно увлажнялись до необходимой начальной влажности.

Параметры процесса поддерживались постоянными в интервале значений: температура сушильного агента от 303 до 363 К; СВЧ-мощность от 60 до 300 Вт/кг_{с.вещ.}. Отбор проб осуществлялся одновременно в пяти точках по высоте слоя с интервалом в 1 минуту. Влажности семян кориандра определялась методом высушивания до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 378 К в течение 3 часов.

Для обработки массива экспериментальных данных по кинетике сушки, аппроксимации функции $f(U)$ и проведения графо-аналитического метода применялись современные компьютерные технологии и программа Mathcad.

Результаты и обсуждение

С использованием метода планирования эксперимента проведены исследования кинетики СВЧ-сушки семян кориандра экспериментальной сушильной установке.

Кинетика сушки семян кориандра при различных значениях температуры сушильного агента представлена на рисунке 1. Кинетика сушки семян кориандра при различных значениях СВЧ-мощности представлена на рисунке 2.

Как известно [2, 3, 10–12] изменение влаго-содержания и температуры материала в процессе сушки делится на два периода: постоянной скорости и падающей скорости.

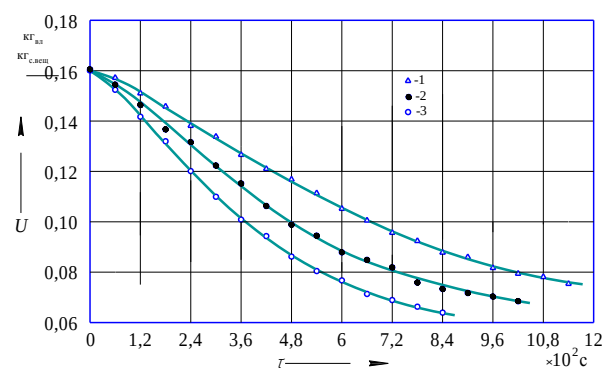


Рисунок 1. Кривые сушки семян кориандра: 1 – $T_{с.а} = 303$ К, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/ч, $P_{уд} = 180$ Вт/кг; 2 – $T_{с.а} = 333$ К, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/ч, $P_{уд} = 180$ Вт/кг; 3 – $T_{с.а} = 363$ К, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/ч, $P_{уд} = 180$ Вт/кг

Figure 1. Coriander seed drying curves: 1 – $T_{с.а} = 303$ K, $Q_{с.а} = 141,3$ m³/h, $P_{уд} = 180$ W/kg; 2 – $T_{с.а} = 333$ K, $Q_{с.а} = 141,3$ m³/h, $P_{уд} = 180$ W/kg; 3 – $T_{с.а} = 363$ K, $Q_{с.а} = 141,3$ m³/h, $P_{уд} = 180$ W/kg

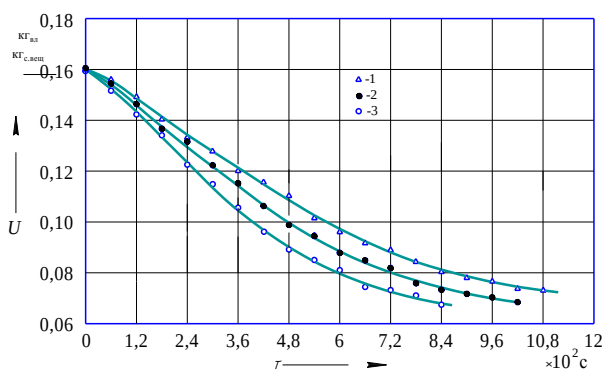


Рисунок 2. Кривые сушки семян кориандра: 1 – $T_{с.а} = 333$ К, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/ч, $P_{уд} = 60$ Вт/кг; 2 – $T_{с.а} = 333$ К, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/ч, $P_{уд} = 180$ Вт/кг; 3 – $T_{с.а} = 333$ К, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/ч, $P_{уд} = 300$ Вт/кг

Figure 2. Coriander seed drying curves: 1 – $T_{с.а} = 333$ K, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/h, $P_{уд} = 60$ W/kg; 2 – $T_{с.а} = 333$ K, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/h, $P_{уд} = 180$ W/kg; 3 – $T_{с.а} = 333$ K, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/h, $P_{уд} = 300$ W/kg

Под скоростью сушки понимают изменение влагосодержания в единицу времени $dU/d\tau$. Графически продифференцировав кривую сушки семян кориандра, были получены кривые скорости сушки семян кориандра (рисунки 4, 5), которые демонстрирует значения скорости удаления влаги при изменяющемся влагосодержании продукта. Скорость сушки численно равна тангенсу угла наклона касательной к кривой сушки $U = f(\tau)$. Затем построены графики

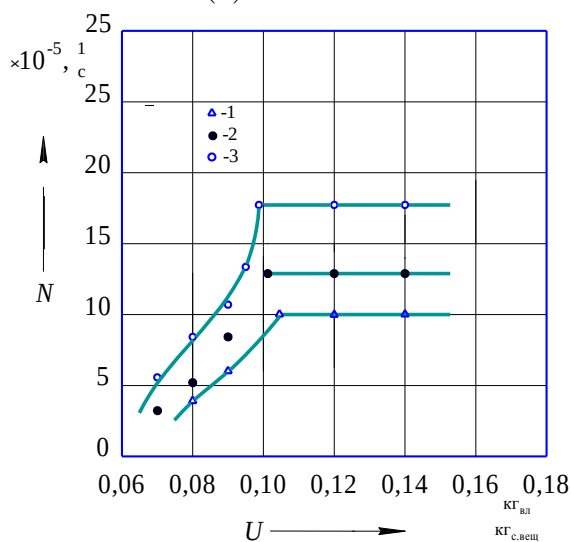


Рисунок 3. Кривые скорости сушки семян кориандра: 1 – $T_{с.а} = 303$ К, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/ч, $P_{уд} = 180$ Вт/кг; 2 – $T_{с.а} = 333$ К, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/ч, $P_{уд} = 180$ Вт/кг; 3 – $T_{с.а} = 363$ К, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/ч, $P_{уд} = 180$ Вт/кг

Figure 3. Coriander seed drying rate curves: 1 – $T_{с.а} = 303$ K, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/h, $P_{уд} = 180$ W/kg; 2 – $T_{с.а} = 333$ K, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/h, $P_{уд} = 180$ W/kg; 3 – $T_{с.а} = 363$ K, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/h, $P_{уд} = 180$ W/kg

$dU/d\tau = f(U)$. Такой метод анализа был впервые предложен Т.К. Шервудом [2]. При анализе графиков сушки необходимо читать их в обратном порядке, так как влагосодержание материала в процессе сушки уменьшается. До настоящего времени данный метод анализа не считался точным и имел большие погрешности, так как операция проведения касательной выполнялась на глаз или для повышения точности с помощью специального прибора – зеркального дериватора. Поэтому данный метод служил только для качественного анализа кинетики процесса.

Кривые скорости сушки позволяют определить вторую критическую точку в виде точки перегиба или перехода прямой в кривую, что соответствует второму критическому влагосодержанию, которое на кривых изменения влагосодержания от времени практически не просматривается. Отметим, что данные кривые дают качественную картину протекания процесса сушки.

Известно [1, 5–8], что скорость второго периода $N_2(U)$ можно представить в виде произведения

$$N_2(U) = N_1 \times f(U)$$

где $N_1 = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – скорость первого периода сушки, с⁻¹; $x_1, x_2, \dots, x_n$ – фактор процесса; $f(U)$ – некоторая передаточная функция от влагосодержания продукта.

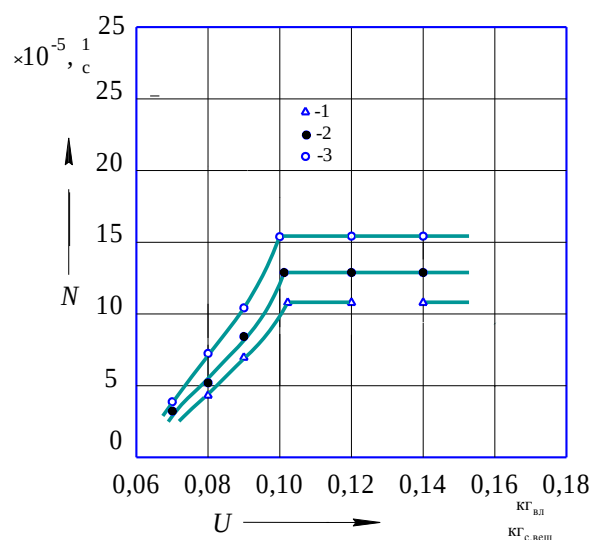


Рисунок 4. Кривые скорости сушки семян кориандра: 1 – $T_{с.а} = 333$ К, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/ч, $P_{уд} = 60$ Вт/кг; 2 – $T_{с.а} = 333$ К, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/ч, $P_{уд} = 180$ Вт/кг; 3 – $T_{с.а} = 333$ К, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/ч, $P_{уд} = 300$ Вт/кг

Figure 4. Coriander seed drying rate curves: 1 – $T_{с.а} = 333$ K, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/h, $P_{уд} = 60$ W/kg; 2 – $T_{с.а} = 333$ K, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/h, $P_{уд} = 180$ W/kg; 3 – $T_{с.а} = 333$ K, $Q_{с.а} = 141,3$ м³/h, $P_{уд} = 300$ W/kg

Если принять, что для установившегося режима сушки при постоянных параметрах скорость первого периода есть величина постоянная $N_1 = \text{const}$, как представлено на графиках (рисунки 3, 4), то скорость второго периода сушки зависит только от влагосодержания продукта. Тогда для дальнейшего и более глубокого анализа кинетики процесса сушки семян кориандра применим величину, определяющую быстроту изменения скорости сушки, то есть первую производную от скорости сушки по влагосодержанию dN/dU или вторую производную от влажности. К этой величине применим термин «ускорение сушки» [4].

Вторая производная от влагосодержания или dN/dU представляет собой скорость изменения наклона $f(U)$ кривой $N_2(U) = N_1 \times f(U)$, и дает указание на то, как изогнута кривая. Положительный или отрицательный знак скорости изменения $f(U)$ указывает на то, что эта функция возрастает или убывает с изменением влагосодержания материала. Так как удаление из продукта каждой из водных фракций с различными энергиями связи происходит со скоростью, изменяющейся по различным законам, то каждая фракция, будет характеризоваться своей быстротой изменения скорости сушки.

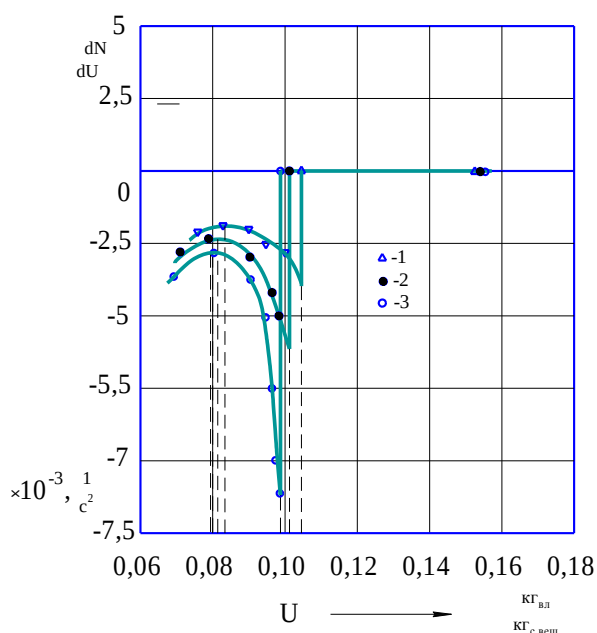


Рисунок 5. Кривые «ускорения сушки» семян кориандра: 1 – $T_{c.a} = 303 \text{ K}$, $Q_{c.a} = 141,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_{уд} = 180 \text{ Вт/кг}$; 2 – $T_{c.a} = 333 \text{ K}$, $Q_{c.a} = 141,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_{уд} = 180 \text{ Вт/кг}$; 3 – $T_{c.a} = 363 \text{ K}$, $Q_{c.a} = 141,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_{уд} = 180 \text{ Вт/кг}$

Figure 5. Curves of «accelerating drying» of coriander seeds: 1 – $T_{c.a} = 303 \text{ K}$, $Q_{c.a} = 141,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_{уд} = 180 \text{ Вт/кг}$; 2 – $T_{c.a} = 333 \text{ K}$, $Q_{c.a} = 141,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_{уд} = 180 \text{ Вт/кг}$; 3 – $T_{c.a} = 363 \text{ K}$, $Q_{c.a} = 141,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_{уд} = 180 \text{ Вт/кг}$

Построение графика зависимости dN/dU от влагосодержания U позволило определить точки перегиба, интервалы выпуклости и вогнутости функции $f(U)$, которые дают более полное и точное представление о критических влагосодержаниях и интервалах удаления влаги той или иной формы связи, а так же позволяют произвести количественную оценку влаги различных фракций. Получить графическую зависимость dN/dU от влагосодержания U можно продифференцировав график кривой скорости сушки. Величина dN/dU численно равна тангенсу угла наклона касательной к кривой скорости сушки.

Погрешность измерения и нанесения точек на графике при графическом дифференцировании составляла не более 0,1 мм, а погрешность определения угла наклона касательной в точке на кривой не более 1'. Это дает основание, что полученные результаты обработки экспериментальных данных кинетики сушки семян кориандра являются высокоточными. По результатам графического дифференцирования кривых сушки построены графики «ускорений сушки» (рисунки 5, 6) при различных значениях температуры сушильного агента и СВЧ-мощности.

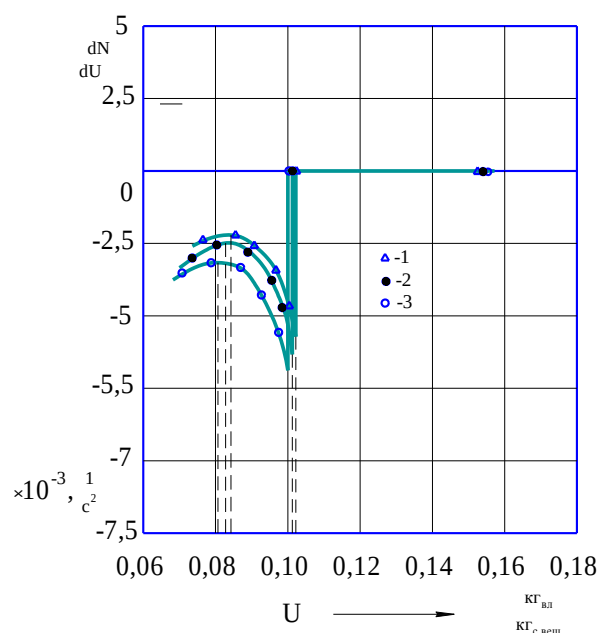


Рисунок 6. Кривые «ускорения сушки» семян кориандра: 1 – $T_{c.a} = 333 \text{ K}$, $Q_{c.a} = 141,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_{уд} = 60 \text{ Вт/кг}$; 2 – $T_{c.a} = 333 \text{ K}$, $Q_{c.a} = 141,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_{уд} = 180 \text{ Вт/кг}$; 3 – $T_{c.a} = 333 \text{ K}$, $Q_{c.a} = 141,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_{уд} = 300 \text{ Вт/кг}$

Figure 6. Curves of «accelerating drying» of coriander seeds: 1 – $T_{c.a} = 333 \text{ K}$, $Q_{c.a} = 141,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_{уд} = 60 \text{ Вт/кг}$; 2 – $T_{c.a} = 333 \text{ K}$, $Q_{c.a} = 141,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_{уд} = 180 \text{ Вт/кг}$; 3 – $T_{c.a} = 333 \text{ K}$, $Q_{c.a} = 141,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_{уд} = 300 \text{ Вт/кг}$

На полученных графиках хорошо видны периоды возрастающего и убывающего «ускорения сушки». Данные графики также как и графики скорости сушки следует читать справа налево.

В первом периоде сушки, когда скорость процесса постоянна $N_1 = \text{const}$ на полученных графиках, участки имеют горизонтальный прямолинейный характер, а значение функции принимает нулевое значение, то есть быстрота изменения скорости сушки («ускорение сушки») равна нулю.

Отрицательное значение «ускорения сушки» семян кориандра указывает на то, что эта функция убывает с изменением влагосодержания материала, а значит, быстрота изменения скорости сушки уменьшается. Это объясняется увеличением значения энергии связи влаги с сухим скелетом вещества с уменьшением влагосодержания в семенах.

Анализ полученных кривых свидетельствует о наличии участков, не определенных на кривых скорости сушки, с замедлением или ускорением изменения скорости сушки. Так как каждая водная фракция удаляется со скоростью, изменяющейся по разным законам, то по данным участкам, возможно, установить интервалы удаления влаги с различной энергией связи. Зная точные границы этих интервалов можно количественно определить фракционный состав влаги в продукте, удаляемой при сушке.

На всех графиках (рисунки 5, 6) хорошо видны экстремумы функции $f(U)$ и точки перегиба, соответствующие первому $U_{кр1}$ и второму $U_{кр2}$ критическому влагосодержанию, в то время как на кривых скорости сушки значения критических влагосодержаний определены приблизительно.

Вторая критическая точка влагосодержаний находится в диапазоне от 0,078 до 0,084 кг_{вл}/кг_{с.вещ.}. В зависимости от режимов сушки второе критическое влагосодержание имеет различное значение. Это объясняется тем, что температура и СВЧ-мощность интенсифицируют внутреннюю диффузию влаги, а также увеличением доли мономолекулярно-адсорбционной влаги, испарение которой происходит вместе с полимолекулярно-адсорбционной влагой.

Для проведения сравнительного анализа полученных нами результатов по количественному

и качественному содержанию влаги в семенах кориандра воспользуемся данными [1] по исследованию форм связи влаги, полученными на основе дериватографического анализа. Данный метод позволяет провести количественный и качественный анализ форм связи влаги в материале. Однако, определение значения мономолекулярно-адсорбционной влаги данным методом затруднительно, так как энергия связи молекул воды с продуктом полимолекулярно-адсорбционным слоем непрерывно возрастает при переходе от верхнего слоя к монослою. Для определения форм связи влаги в продукте дериватографическим методом требуется длительный качественный анализ всех кривых полученных в результате опыта. В результате дериватографического анализа [1] определена точка B на кривой DTG (рисунок 7) соответствующая границе интервала полимолекулярно-адсорбционной влаги в материале. Численные значения влагосодержания в точке B при начальных влагосодержаниях U_n – 0,116; 0,155; 0,176 кг_{вл}/кг_{с.вещ.} составляют – 0,06; 0,074; 0,078 кг_{вл}/кг_{с.вещ.}. Т.е. с увеличением начальновлагосодержания соотношение влаги различных форм в семенах изменяется.

Из сравнительного анализа дериватограмм семян кориандра и кривых «ускорения сушки», следует, что значения соответствующие первому $U_{кр1}$ и второму $U_{кр2}$ критическому влагосодержанию, полученные двумя разными способами очень близки. Отклонение значений может объясняться существенным различием скорости сушки и параметров проведения процесса в дериватографе и сушильной установке. Применение СВЧ-энергии, существенно интенсифицирует процесс сушки и доля полимолекулярно-адсорбционной влаги удаляется со скоростью свободной влаги, а доля мономолекулярно-адсорбционной влаги удаляется со скоростью полимолекулярно-адсорбционной влаги. В связи с этим значения первого и второго критического влагосодержания при сушке в сушильной установке имеют немного более высокое значение, чем при сушке в печи дериватографа. Однако, для практического применения полученных результатов и разработки способов управления процессом сушки наиболее правильно будет использовать критические влагосодержания, полученные в результате сушки продукта в реальной установке.

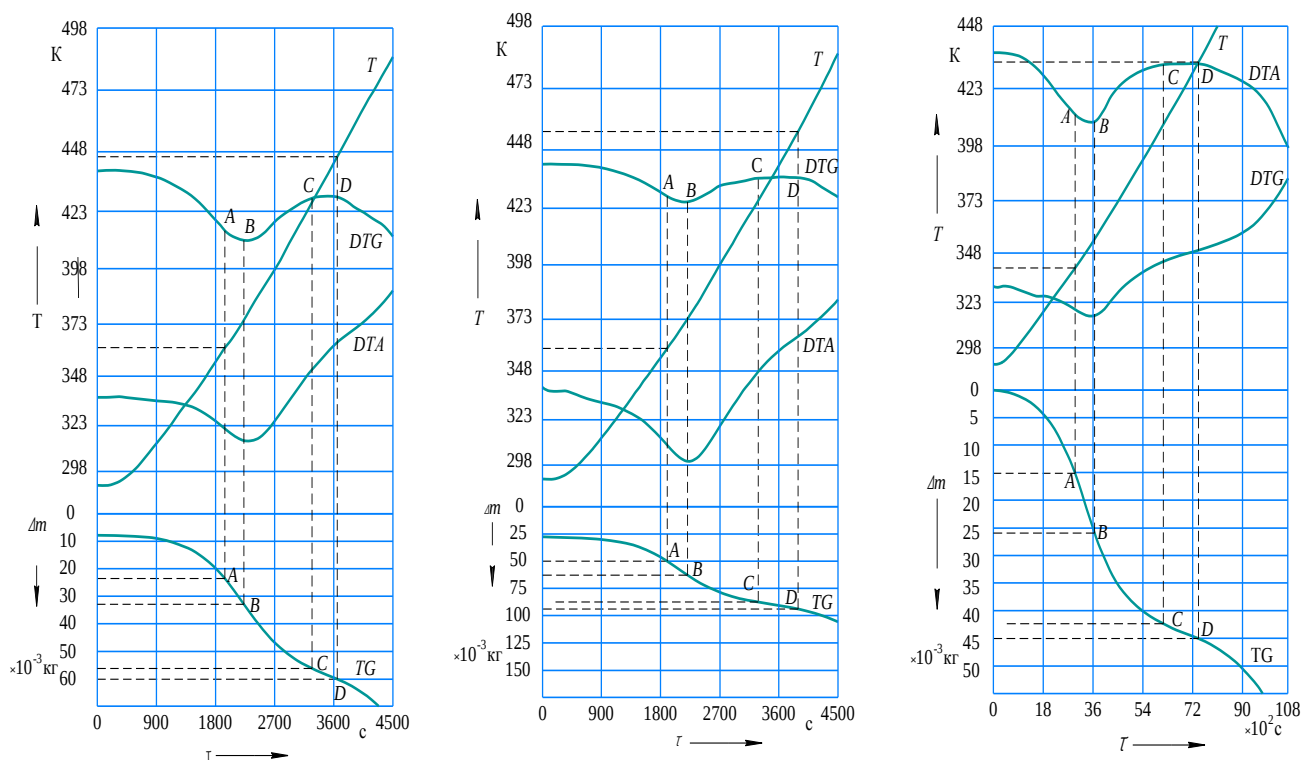


Рисунок 7. Дериватограмма семян кориандра $U_H=0,116$ кг/кг; $DTA=1/5$; $DTG=1/5$; $U_H=0,155$ кг/кг; $DTA=1/5$; $DTG=1/5$; $U_H=0,176$ кг/кг; $DTA=1/5$; $DTG=1/5$; $TG=200$ мг; $dT/d\tau=2,75$ К/мин; $TG=500$ мг; $dT/d\tau=2,75$ К/мин; $TG=50$ мг $dT/d\tau=1,25$ К/мин $m=500$ мг $m=500$ мг $m=300$ мг

Figure 7. Derivatogram of coriander seeds $U_H=0,116$ kg/kg; $DTA=1/5$; $DTG=1/5$; $U_H=0,155$ kg/kg; $DTA=1/5$; $DTG=1/5$; $U_H=0,176$ kg/kg; $DTA=1/5$; $DTG=1/5$; $TG=200$ mg; $dT/d\tau=2,75$ K/min; $TG=500$ mg; $dT/d\tau=2,75$ K/min; $TG=50$ mg $dT/d\tau=1,25$ K/min $m=500$ mg $m=500$ mg $m=300$ mg

Закключение

На примере графо-аналитического анализа кривых скорости сушки семян кориандра предложен подход к определению форм связи влаги с материалом, позволяющий не только качественно, но и количественно провести оценку состояния влаги в продукте.

Проведен сравнительный анализ данных, полученных в результате графо-аналитического анализа кинетики сушки семян кориандра и данных дериватографического исследования, показывающий достоверность предложенного подхода.

Предложенный подход позволит исключить время на проведение лабораторных исследований по изучению форм связи влаги с материалом и может быть положен в основу способа управления и автоматизации процесса сушки на пищевых предприятиях и в смежных отраслях промышленности.

Введение в теорию сушки такой величины как «ускорение сушки» позволит более полно охарактеризовать период падающей скорости сушки и открывает дополнительные возможности к оценке подходов его интенсификации, оптимизации энергетических затрат и температурных режимов сушки.

Литература

- 1 Антипов С.Т., Казарцев Д.А. Тепло- и массообмен при сушке семян кориандра в аппарате с СВЧ-энергоподводом Воронеж: Воронежская государственная технологическая академия, 2007.
- 2 Раупов К.С. Исследование стратегии по формированию конкурентных преимуществ пищевой промышленности развитых стран // Вестник НГУЭУ. 2017. № 4. С. 252-258.
- 3 Антамошкина Е.Н. Методические основы и модель оценки продовольственной обеспеченности региона // Вестник НГУЭУ. 2019. № 2. С. 109-117.
- 4 Емельянов А.Б., Кононов Н.Р., Юсупов С., Мягков А.А. К вопросу развития исследований ресурсо- и энергосберегающих процессов в химической и смежных отраслях промышленности // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 148-153.
- 5 Kumar C., Karim M. A. Microwave-convective drying of food materials: A critical review // Critical reviews in food science and nutrition. 2019. V. 59. № 3. P. 379-394.
- 6 Arapov V.M., Kazartsev D.A., Nikitin I.A., Babaeva M.V. et al. Drying process simulation methodology based on chemical kinetics laws // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 2020. V. 11. № 2. P. 17-22.

- 7 Antipov S.T., Arapov V.M., Kazartsev D.A. Kinetics laws as the base for mathematical simulation of microwave vacuum drying process // *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2020. V. 1560. № 1. P. 012017.
- 8 Ермоченков М.Г. Кинетические параметры процесса сушки древесины // *Лесной журнал*. 2017. № 6. С. 114–125.
- 9 Junqueira J.R.J., Corrêa J.L.G., Ernesto D.B. Microwave, convective, and intermittent microwave–convective drying of pulsed vacuum osmodehydrated pumpkin slices // *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017. V. 41. № 6. P. e13250.
- 10 Василенко В.Н., Фролова Л.Н., Драган И.В., Михайлова Н.А. и др. Эксергетический анализ технологии осциллирующей сушки семян масличных культур // *Вестник ВГУИТ*. 2018. Т. 80. № 1. С. 81–89.
- 11 Дранников А.В., Шахов С.В., Ерофеевская М.О., Суханов П.М. и др. Определение и использование рациональных параметров процесса сушки свекловичного жома при создании барабанной сушилки с комбинированным энергоподводом // *Вестник ВГУИТ*. 2019. Т. 81. № 2. С. 63–69.
- 12 Остриков А.Н., Шевцов А.А., Дранников А.В., Квасов А.В. Распределение полей температур и влагосодержаний в частице свекловичного жома прямоугольной формы при конвективной сушке // *Вестник ВГУИТ*. 2018. Т. 80. № 1. С. 11–19.
- 13 Xie K., Li W., Zhao W. Coal chemical industry and its sustainable development in China // *Energy*. 2010. V. 35. № 11. P. 4349–4355.
- 14 Duflo J.R. et al. Towards energy and resource efficient manufacturing: A processes and systems approach // *CIRP Annals-Manufacturing Technology*. 2012. V. 61. № 2. P. 587–609.
- 15 Li H. et al. Energy conservation and circular economy in China's process industries // *Energy*. 2010. V. 35. № 11. P. 4273–4281.

References

- 1 Antipov S.T., Kazartsev D.A. Heat and mass transfer during drying of coriander seeds in an apparatus with a microwave energy supply Voronezh: Voronezh State Technological Academy, 2007. (in Russian).
- 2 Raupov K.S. Research of the strategy for the formation of competitive advantages of the food industry in developed countries. *Vestnik NSUEM*. 2017. no. 4. pp. 252–258. (in Russian).
- 3 Antamoshkina E.N. Methodological foundations and a model for assessing food security in the region. *Vestnik NSUEM*. 2019. no. 2. pp. 109–117. (in Russian).
- 4 Emelyanov A.B., Kononov N.R., Yusupov S., Myagkov A.A. On the development of research on resource and energy saving processes in chemical and related industries. *Proceedings of VSUET*. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 148–153. (in Russian).
- 5 Kumar C., Karim M. A. Microwave-convective drying of food materials: A critical review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2019. vol. 59. no. 3. pp. 379–394.
- 6 Arapov V.M., Kazartsev D.A., Nikitin I.A., Babaeva M.V. et al. Drying process simulation methodology based on chemical kinetics laws. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2020. vol. 11. no. 2. pp. 17–22.
- 7 Antipov S.T., Arapov V.M., Kazartsev D.A. Kinetics laws as the base for mathematical simulation of microwave vacuum drying process. *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2020. vol. 1560. no. 1. pp. 012017.
- 8 Ermochonkov M.G. Kinetic parameters of the wood drying process. *Forest Journal*. 2017. no. 6. pp. 114–125. (in Russian).
- 9 Junqueira J.R.J., Corrêa J.L.G., Ernesto D.B. Microwave, convective, and intermittent microwave–convective drying of pulsed vacuum osmodehydrated pumpkin slices. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017. vol. 41. no. 6. pp. e13250.
- 10 Vasilenko V.N., Frolova L.N., Dragan I.V., Mikhailova N.A. and others. Exergetic analysis of the technology of oscillating drying of oilseeds. *Proceedings of VSUET*. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 81–89. (in Russian).
- 11 Drannikov A.V., Shakhov S.V., Erofeevskaya M.O., Sukhanov P.M. Determination and use of rational parameters of the drying process of sugar beet pulp when creating a drum dryer with a combined power supply. *Proceedings of VSUET*. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 63–69. (in Russian).
- 12 Ostrikov A.N., Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Kvasov A.V. Distribution of temperature and moisture content fields in a rectangular beet pulp particle during convective drying. *Proceedings of VSUET*. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 11–19. (in Russian).
- 13 Xie K., Li W., Zhao W. Coal chemical industry and its sustainable development in China. *Energy*. 2010. vol. 35. no. 11. pp. 4349–4355.
- 14 Duflo J.R. et al. Towards energy and resource efficient manufacturing: A processes and systems approach. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*. 2012. vol. 61. no. 2. pp. 587–609.
- 15 Li H. et al. Energy conservation and circular economy in China's process industries. *Energy*. 2010. vol. 35. no. 11. pp. 4273–4281.

Сведения об авторах

Сергей Т. Антипов д.т.н., профессор, заведующий кафедрой машины и аппараты пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ast@vsuet.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4299-1538>

Дмитрий А. Казарцев к.т.н., доцент, кафедра технологии бродильных производств и виноделия им. Г.Г. Агабальянца, Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, kda_79@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6597-2327>

Information about authors

Sergei T. Antipov Dr. Sci. (Engin.), professor, head of the department of machines and apparatus for food production, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ast@vsuet.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4299-1538>

Dmitry A. Kazartsev Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology of fermentation and winemaking them. G.G. Agabalyants department, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management, Zemlyanoy Val street 73, Moscow, 109004, Russia, kda_79@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6597-2327>

Артем М. Давыдов к.т.н., доцент, кафедра ресторанного бизнеса, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, 117997, Россия, Davydov.AM@rea.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5308-4752>

Александр Б. Емельянов к.т.н., доцент, кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, okipr-mip@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8428-4279>

Artem M. Davydov Cand. Sci. (Engin), restaurant business department, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny Lane 36, Moscow, Russia, Davydov.AM@rea.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5308-4752>

Alexander B. Emelyanov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technologies of organic compounds, polymer processing and technosphere safety department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, okipr-mip@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8428-4279>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 24/07/2020	После редакции 03/08/2020	Принята в печать 11/08/2020
Received 24/07/2020	Accepted in revised 03/08/2020	Accepted 11/08/2020

Сравнительный анализ пищевой и кормовой ценности семян рапса, высушенных конвективным способом и с помощью СВЧ-энергоподвода в закрученном потоке теплоносителя

Евгений С. Бунин	¹	zhekabuka@bk.ru	 0000-0003-3477-0401
Геннадий В. Калашников	¹	kagen5@yandex.ru	 0000-0003-0873-5346
Сергей В. Макеев	¹	198668910@mail.ru	 0000-0002-1142-7507

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

Аннотация. При выборе метода сушки семян рапса наряду с производительностью и затратами энергии на процесс необходимо учитывать качество получаемого продукта, которое во многом определяется внешним видом семян, сбалансированностью белкового, витаминного и аминокислотного состава, а также качеством содержащегося в семенах масла. Поэтому необходимо, чтобы в процессе сушки были сохранены, а по возможности и улучшены именно эти показатели. Экспериментальным методом выполнено сравнение качественных показателей семян рапса, высушенных в СВЧ-аппарате с закрученным потоком теплоносителя и традиционным методом конвективного теплоподвода. Были исследованы качественные показатели семян рапса и рапсового масла при конвективной и СВЧ-сушке. Изучено влияние СВЧ-энергии на процесс сушки и качество семян рапса в СВЧ-аппарате с закрученным потоком теплоносителя. Определены органолептические и физико-химические показатели качества семян рапса, высушенных конвективным способом и с помощью комбинированного СВЧ-энергоподвода. Проведено изучение состава белков, содержания аминокислот и витаминов группы Е, как наиболее важных качественных показателей при производстве пищевых изделий и кормовых добавок с использованием семян рапса. Выполнен сравнительный анализ изменения качественных показателей семян рапса, позволяющий выявить структурные изменения, происходящие в процессе сушки и оценить качество полученного продукта при конвективной сушке и с использованием комбинированного СВЧ-энергоподвода. В результате экспериментальных исследований установлено, что использование СВЧ-энергии в процессе сушки приводит не только к повышению производительности, сокращению продолжительности и энергозатрат, но и способствует сохранению пищевой ценности, полноценного состава белков, аминокислот и витаминов группы Е высушенного продукта.

Ключевые слова: СВЧ-энергия, конвективная сушка, семена рапса, качество, белки, аминокислоты, токоферолы

Comparative analysis of the food and feed value of rapeseed dried by convective method and using microwave power supply in a swirling coolant flow

Eugene S. Bunin	¹	zhekabuka@bk.ru	 0000-0003-3477-0401
Gennadii V. Kalashnikov	¹	kagen5@yandex.ru	 0000-0003-0873-5346
Sergey V. Makeev	¹	198668910@mail.ru	 0000-0002-1142-7507

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

Abstract. When choosing a method for drying rapeseed seeds, along with the productivity and energy costs of the process, it is necessary to take into account the quality of the resulting product. It is determined by the appearance of seeds, the balance of protein, vitamin and amino acid composition, as well as the quality of the oil contained in the seeds. Therefore, it is necessary that during the drying process, these indicators should be preserved and, if possible, improved. The aim of this work is to compare the quality indicators of rapeseed seeds dried in a microwave device with a swirling flow of heat carrier and the traditional method of convective heat transfer. The qualitative indicators of rapeseed and canola oil during convective and microwave drying were studied. The influence of microwave energy on the drying process and the quality of rapeseed in a microwave device with a swirling coolant flow was studied. Organoleptic and physico-chemical indicators of the quality of rapeseed dried by convective method and using a combined microwave power supply were determined. The study of the composition of proteins, the content of amino acids and vitamins of group E, as the most important quality indicators in the production of food products and feed additives using rapeseed. A comparative analysis of changes in the quality indicators of rapeseed seeds is performed, which allows identifying structural changes occurring during the drying process and assessing the quality of the resulting product during convective drying and using a combined microwave power supply. In the experimental studies found that the use of microwave energy in the drying process leads not only to increasing productivity, reducing energy costs, but also helps to preserve nutritional value, complete protein, amino acids and vitamin E dried product.

Keywords: microwave energy, convective drying, rape seeds, quality, proteins, amino acids, tocopherols

Для цитирования

Бунин Е.С., Калашников Г.В., Макеев С.В. Сравнительный анализ пищевой и кормовой ценности семян рапса, высушенных конвективным способом и с помощью СВЧ-энергоподвода в закрученном потоке теплоносителя // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 32–38. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-32-38

For citation

Bunin E.S., Kalashnikov G.V., Makeev S.V. Comparative analysis of the food and feed value of rapeseed dried by convective method and using microwave power supply in a swirling coolant flow. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 32–38. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-32-38

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Одним из важных видов сельскохозяйственных культур, которые обладают большим потенциалом использования в пищевой промышленности и биотехнологии, а также получающим всё более широкое распространение в мире является рапс. Это весьма ценная культура с точки зрения, как физиологии питания человека, так и возможностей использования в различных сельскохозяйственных отраслях, техники и биоэнергетики.

Перспективность производства рапса обусловлена возможностями использования рапсового масла в качестве возобновляемого и экологически безопасного вида биотоплива, наличием практически неограниченных рынков сбыта рапсового сырья, возможностью улучшения фитосанитарных и агрофизических свойств почвы, благоприятными почвенно-климатическими условиями во многих регионах мира [1, 2].

Ценность рапса для пищевой промышленности определяется высоким содержанием витаминов группы Е и наиболее оптимальным соотношением всех физиологически важных жирных кислот, содержащихся в масле его семян, особенно ненасыщенной олеиновой кислоты, способствующей снижению уровня холестерина в крови и стимулирующей деятельность сердечно-сосудистой системы человека [3].

Благодаря значительному содержанию протеина и незаменимых аминокислот жмыхи и экстракционные шроты, получаемые в качестве побочных продуктов при производстве растительных масел, являются ценными кормовыми добавками [2, 4].

Наиболее перспективным направлением повышения эффективности и совершенствования процесса сушки дисперсных продуктов при обеспечении требуемого высокого качества высушенного изделия является использование активных тепловых и гидродинамических режимов, существующих в аппаратах с закрученными потоками теплоносителя, а также современных прогрессивных технологий подвода тепловой энергии к высушиваемому материалу [5].

В процессе сверхвысокочастотной (СВЧ) сушки семян рапса более влажные частицы под воздействием СВЧ-энергии нагреваются более интенсивно, чем частицы, имеющие меньшее влагосодержание, таким образом, происходит выравнивание влагосодержания материала. Поэтому температура теплоносителя может быть снижена на (293–313) К, чем в случае только конвективного подвода тепловой энергии, что положительно сказывается на качестве высушиваемого материала [7–15].

Отличительной особенностью сушки семян рапса при воздействии СВЧ-энергии в отличие от влияния температуры сушильного агента на продукт при конвективной сушке является то, что подводимая СВЧ-мощность в меньшей степени оказывает влияние на критическое влагосодержание.

Актуальной задачей производства сушки семян рапса является решение проблем повышения качества продукции и интенсификация технологических процессов сушки

Для изучения процессов сушки семян рапса, происходящих в сушилках, необходимо знать изменение качественных показателей объекта сушки.

Процесс сушки должен обеспечивать не только сохранение нативных свойств материала, но и в ряде случаев он должен улучшать эти свойства. Особенно важно данное условие для растительного сырья, при сушке которого могут происходить биохимические и физико-химические изменения, обусловленные свойствами сырья.

При выборе метода сушки семян рапса наряду с производительностью и затратами энергии на процесс необходимо учитывать качество получаемого продукта, которое во многом определяется внешним видом семян, сбалансированностью белкового, витаминного и аминокислотного состава, а также качеством содержащегося в семенах масла. Поэтому необходимо, чтобы в процессе сушки были сохранены, а по возможности и улучшены именно эти показатели.

Цель работы – исследование качественных показателей семян рапса, высушенных различными способами при конвективной сушке и с комбинированным СВЧ-энергоподводом.

Материалы и методы

Для исследования влияния СВЧ-энергии на качество семян рапса определялись органолептические и физико-химические показатели семян, высушенных конвективным способом и с помощью комбинированного энергоподвода.

В процессе сушки осуществлялось изучение состава белков, содержания аминокислот и витаминов группы Е. Качественный анализ семян рапса проводили аттестованными методиками в испытательной лаборатории АНО «НТЦ» Комбикорм».

Для определения влияния процесса сушки на качество семян рапса исследован процесс сушки в СВЧ-аппарате с закрученным потоком теплоносителя и СВЧ-энергоподводом.

Значения параметров процесса сушки были выбраны на основании проведенных экспериментальных исследований из диапазона оптимальных значений: влагосодержание 0.25 кг/кг, температура 355 К и мощность магнетрона 700 Вт [4].

Отбор проб проводили по ГОСТ 13586.3–83; органолептические показатели – при естественном дневном освещении при комнатной температуре визуально и по ГОСТ 13340.1–77. Определение массовой доли влаги – по ГОСТ 13496.3–92; определение белка – по методу Кьельдаля по ГОСТ 1349.4–93; аминокислотный состав – по МВИ М 04–38–2004; содержание витамина группы Е – по МВИ № 8–19/2 от 2.01.84 г. Показатели безопасности рапсового масла: кислотное число – по ГОСТ 13496.18–85; перекисное число – согласно МУ № 13–5–02/0657 [6].

Полученные значения показателей качества пересчитывались на абсолютно сухое вещество для исключения влияния на них различной

массовой доли влаги в семенах, высушенных конвективным способом и с помощью СВЧ-энергоподвода. Коэффициент пересчета зависит от конечного влагосодержания продукта и для конвективной сушки при массовой доле влаги в высушенном продукте 0.1 кг/кг (9.1%) составлял $k = 1.1001$, а для СВЧ-сушки (0.057 кг/кг или 5.4% влаги в конечном продукте) $k = 1.0571$.

Результаты и обсуждение

Органолептические качества семян рапса, высушенных конвективным способом и с помощью СВЧ-энергоподвода, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Органолептические показатели качества семян рапса, высушенных различными способами

Table 1.

Organoleptic quality indicators of rapeseed dried in various ways

Показатели Indicators	Конвективная сушка Convective drying	Комбинированная сушка с СВЧ-энергоподводом Combined drying with microwave power supply
Цвет Colour	Черно-коричневый Black-brown	
Запах Aroma	Ароматический, свойственный нормальным плодам, без постороннего запаха Aromatic, characteristic of normal fruits, without foreign smell	

Физико-химические показатели представлены на рисунке 1 в виде диаграмм распределения по фракциям состава протеинов семян

рапса, высушенных соответственно конвективным способом и с помощью комбинированной СВЧ-сушки.

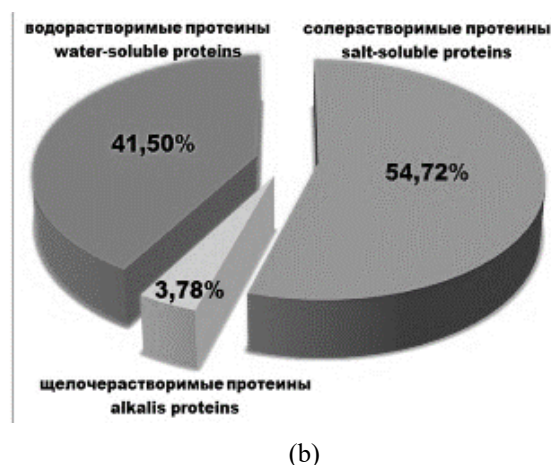


Рисунок 1. Диаграммы распределения по фракциям состава протеинов семян рапса, высушенных конвективным способом (a) и с помощью СВЧ-энергоподвода (b)

Figure 1. Diagrams of distribution by fractions of the composition of rapeseed proteins dried by convective method (a) and using microwave power supply (b)

Погрешность при исследовании содержания протеинов не превышала 15% (ГОСТ 1349.4–93).

Анализ приведенных результатов свидетельствует о возможности перераспределения соотношения протеинов по фракциям в процессе сушки различными способами. Однако,

существенного влияния на общее содержание протеина в семенах рапса СВЧ-сушка не оказывает. Не менее важны и такие показатели качества семян рапса как кислотное и перекисное числа. Их изменение при различных способах сушки показано диаграммами на рисунке 2.

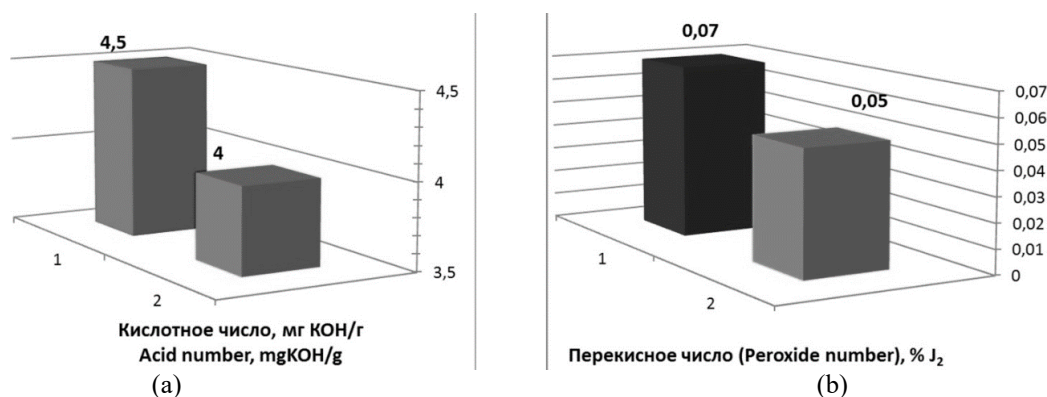


Рисунок 2. Диаграмма изменения показателей кислотного (а) и перекисного (б) чисел в зависимости от выбранного способа сушки: 1 – конвективная сушка; 2 – комбинированная СВЧ-сушка

Figure 2. Diagram of changes in indicators of acid (a) and peroxide (b) numbers depending on the selected drying method: 1-convective drying; 2-combined microwave drying

Показателем количественного содержания свободных жирных кислот является кислотное число. Свободные жирные кислоты могут содержаться в растительном сырье (семена недозревших растений или семена, самосозревающие при хранении во влажном состоянии), а также образовываться в процессе выделения масла в результате частичного гидролиза триглицеридов (высшие жирные кислоты) и их окисления под действием света и длительного хранения.

Суммарное содержание свободных жирных кислот в растительных маслах определяет их кислотность. Кислотное число характеризует содержание в одном грамме растительного масла свободных жирных кислот (т. е. степень липолитической порчи жира (расщепления триглицеридов)) и других титруемых щелочью веществ и выражается в миллиграммах едкого калия, необходимого для их нейтрализации. На основе данного показателя можно выяснить информацию о степени свежести масла. Он нормируется стандартами для большинства пищевых жиров [6].

В соответствии с ГОСТ 8988–2002 кислотное число масла, содержащегося в семенах рапса, не должно превышать 6 мг КОН/г.

В нашем случае кислотное число масла, содержащегося в семенах рапса, составляет для конвективной сушки 4.5 мг КОН/г и комбинированной сушки с СВЧ-энергоподводом – 4.0 мг КОН/г [8].

Перекисное число – показатель, характеризующий изменение качества растительного масла, вследствие окислительной порчи жиров (прогоркание), особенно снижающие органолептические показатели. Перекисное число выражается количеством граммов йода, выделенного из йодистого калия перекисями, содержащимися в 100 граммах масла. С возрастанием значений перекисного числа снижаются органолептические свойства масла и качество готового изделия [6].

Согласно ГОСТ 8988–2002 показатель перекисного числа для рапсового масла не должен превышать 0.13% J₂.

Перекисное число для проб после конвективной сушки составляло 0.07% J₂, а после комбинированной сушки с СВЧ-энергоподводом равно 0.05% J₂.

Погрешность при исследовании кислотного числа составляла ± 0.4 мг КОН/г (ГОСТ 13496.18–85), перекисного числа – ±0.04% J₂ (МУ № 13–5–02/0657) [6].

По результатам исследований физико-химических показателей качества можно сделать вывод, что использование СВЧ-энергии позволяет улучшить показатели кислотного и перекисного числа рапсового масла.

Таким образом, использование СВЧ-энергоподвода приводит не только к сокращению продолжительности и энергозатрат процесса сушки, но и к улучшению качества получаемого продукта.

Аминокислотный состав с точки зрения хозяйственного использования семян рапса характеризует их пищевую и кормовую ценность. В составе масла, содержащегося в семенах рапса, в оптимальном соотношении находятся все аминокислоты, представляющие особый интерес с точки зрения физиологии питания человека.

При производстве растительных масел из семян рапса получают в качестве побочных продуктов жмыхи и экстракционные шроты, которые используются на корм животным. Благодаря значительному содержанию протеина и незаменимых аминокислот они являются ценными кормовыми добавками, одним из основных требований к которым, помимо высоких потребительских свойств, является сбалансированность их состава.

Главная роль в балансе корма отводится протеинам – сложным химическим соединениям, структурной основой которых являются

аминокислоты, оказывающие сильное влияние на процесс обмена веществ.

Особый интерес, в связи с этим, представляет проведение сравнительного анализа аминокислотного состава семян рапса, высушенных конвективным способом и с помощью СВЧ-энергоподвода.

Определение аминокислот в пробах проводят после предварительного щелочного (триптофан) или кислотного гидролиза (все остальные определяемые компоненты). Свободные аминокислоты в гидролизатах переводят в фенилтиокарбамильные производные (ФТК-производные) при помощи фенилизотиоцианата и разделяют их ионные формы в кварцевом капилляре под действием электрического поля. Регистрацию ФТК-производных производят

при длине волны 254 нм в соответствующем буферном растворе (МВИ М 04–38–2004) [6]. Погрешность при исследовании состава аминокислот не превышала 10% (МВИ М 04–38–2004).

Анализируя полученные в результате исследований данные по количественному составу заменимых и незаменимых аминокислот в семенах рапса, с учетом того, что разность полученных значений не превышала величину погрешности измерений, можно прийти к выводу, что сушка семян в закрученном потоке теплоносителя в комбинации с СВЧ-энергоподводом не оказывает влияния на суммарное содержание аминокислот [7]. Аминокислотный состав семян рапса, высушенных конвективным способом и в закрученном потоке теплоносителя в комбинации с СВЧ-энергоподводом приведен в таблице 2.

Таблица 2.

Аминокислотный состав семян рапса, высушенных различными способами

Table 2.

Amino acid composition of rapeseed, dried in various ways

Аминокислоты Amino acids	Конвективная сушка Convective drying	Комбинированная сушка с СВЧ-энергоподводом Combined drying with microwave power supply
Незаменимые аминокислоты (Essential amino acids)		
Аргинин (Arg)	1.9	1.97
Лизин (Lys)	1.38	1.34
Фенилаланин (Phe)	1	0.96
Гистидин (His)	0.76	0.72
Лейцин (Leu)	1.58	1.58
Изолейцин (Ile)	0.81	0.74
Метионин (Met)	0.67	0.66
Валин (Val)	1.49	1.42
Треонин (Thr)	1.17	1.18
Цистин (Cys)	0.35	0.35
Заменимые аминокислоты (Nonessential amino acids)		
Тирозин (Tyr)	0.81	0.74
Пролин (Pro)	1.73	1.72
Серин (Ser)	1.36	1.33
Аланин (Ala)	1.08	1.12
Глицин (Gly)	1.23	1.28
Глутаминовая кислота (Glutamic acid)	5.18	6.01
Аспарагиновая кислота (Aspartic acid)	3.27	3.25
Сумма аминокислот (Sum of amino acids)	25.77	26.37

При использовании рапсового масла в пищевых целях, его переработки на маргарин, майонез и разные жиры для жарения и печения большое значение имеет содержание в масле различных сопутствующих веществ. Среди них особая роль принадлежит антиоксидантам – токоферолам или витаминам группы Е, уровень и изомерный состав которых предопределяет стойкость масла к окислению.

С точки зрения воздействия на живой организм витамины группы Е обладают рядом полезных свойств, как, например, обеспечение нормального развития эмбриона, правильной

работы эндокринной системы, укрепление мышечной системы и нервных клеток.

Известно, что семена рапса обладают достаточно высоким содержанием токоферолов, поэтому представляется особенно интересным изучение влияния температурного воздействия, в том числе посредством СВЧ-излучения, на количественное содержание витаминов группы Е в семенах, высушенных конвективным способом и с помощью СВЧ-сушки. Результаты исследований количественного содержания токоферолов в семенах рапса приведены на рисунке 3.



Рисунок 3. Количественное содержание токоферолов в семенах рапса, высушенных различными способами

Figure 3. Quantitative content of Tocopherols in rapeseed dried by various methods

Погрешность при определении содержания витаминов группы Е не превышала 15% (МВИ № 8–19/2).

Согласно полученным данным, содержание токоферолов в пробах семян рапса, высушенных с помощью СВЧ-нагрева, несколько выше, что само по себе является положительным результатом.

Таким образом, более высокое содержание витаминов группы Е способствует повышению антиоксидантной активности, снижению кислотного и перекисного числа рапсового масла, а следовательно, повышению его качества.

Заключение

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что семена рапса, высушенные в закрученном потоке теплоносителя с применением СВЧ-энергоснабжения, обладают хорошими потребительскими свойствами и имеют высокую пищевую и кормовую ценность.

Использование СВЧ-энергии в процессе сушки приводит к сокращению продолжительности процесса сушки и энергозатрат, возрастанию производительности, а также способствует сохранению полноценного состава белков, аминокислот и витаминов группы Е в конечном продукте.

Предложены эффективные технологическая схема, способ сушки растительного сырья, и конструкция сушилки на основе интеграции активного гидродинамического режима и электромагнитного поля сверхвысокой частоты в сушильной камере [9].

Литература

- 1 Климарев С.И. Интенсификация физико-химических процессов СВЧ-энергией в СЖО. М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. 252 с.
- 2 Рензяева Т.В. Продукты переработки рапса, рыжика, сурепицы. М.: Palmarium Academic Publishing, 2012. 140 с.
- 3 Нарынбаева А.С., Сигарев М.И. Перспективные направления развития единого аграрного рынка ЕАЭС // Вестник НГУЭУ. 2018. № 3. С. 194-207.
- 4 Hu Q., Hua W., Yin Y., Zhang X. et al. Rapeseed research and production in China // The Crop Journal. 2017. V. 5. № 2. P. 127-135.
- 5 Kalashnikov G.V., Chernyaev O.V. Energy-Efficient Combination Convective Drying Of Disperse Materials // Fibre Chemistry. 2020. V. 51. № 4. P. 289-292. doi 10.1007/s10692-020-10098-6
- 6 Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). Книга 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Москва: Высшая школа, 2001. 560 с.
- 7 Бунин Е.С., Калашников Г.В., Макеев С.В. Анализ протеинового состава семян рапса при биотехнологической переработке с СВЧ-сушкой // Актуальная биотехнология. 2020. № 3 (34). С. 105-107.
- 8 Joardder M.U.H., Kumar C., Karim M.A. Multiphase transfer model for intermittent microwave-convective drying of food: Considering shrinkage and pore evolution // International Journal of Multiphase Flow. 2017. V. 95. P. 101-119.
- 9 Rodríguez Ó. et al. Application of power ultrasound on the convective drying of fruits and vegetables: effects on quality // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2018. V. 98. №. 5. P. 1660-1673.
- 10 Szadzińska J. et al. The effect of high power airborne ultrasound and microwaves on convective drying effectiveness and quality of green pepper // Ultrasonics Sonochemistry. 2017. V. 34. P. 531-539.
- 11 Aral S., Beşe A.V. Convective drying of hawthorn fruit (Crataegus spp.): Effect of experimental parameters on drying kinetics, color, shrinkage, and rehydration capacity // Food Chemistry. 2016. V. 210. P. 577-584.
- 12 Kroehnke J. et al. Ultrasound-and microwave-assisted convective drying of carrots—Process kinetics and product's quality analysis // Ultrasonics sonochemistry. 2018. V. 48. P. 249-258.
- 13 Marchuk A., Likhanov V.A., Lopatin O.P. Alternative energy: methanol, ethanol and alcohol esters of rapeseed oil as eco-friendly biofuel // Теоретическая и прикладная экология. 2019. №. 3. P. 80-86.
- 14 Zhang C. et al. The preparation and physicochemical characterization of rapeseed protein hydrolysate-chitosan composite films // Food chemistry. 2019. V. 272. P. 694-701.
- 15 Józsa V., Kun-Balog A. Stability and emission analysis of crude rapeseed oil combustion // Fuel Processing Technology. 2017. V. 156. P. 204-210.

References

- 1 Klimarev S.I. Intensification of physicochemical processes by microwave energy in LSS. Moscow, LAP Lambert Academic Publishing, 2014. 252 p. (in Russian).

- 2 Renzyaeva T.V. By-products of rapeseed, camelina, rapeseed. Moscow, Palmarium Academic Publishing, 2012. 140 p. (in Russian).
- 3 Narynbaeva A.S., Sigarev M.I. Prospective directions for the development of the single agricultural market of the EAEU. *Vestnik NSUEM*. 2018. no. 3. pp. 194-207. (in Russian).
- 4 Hu Q., Hua W., Yin Y., Zhang X. et al. Rapeseed research and production in China. *The Crop Journal*. 2017. vol. 5. no. 2. pp. 127-135.
- 5 Kalashnikov G.V., Chernyaev O.V. Energy-Efficient Combination Convective Drying Of Disperse Materials. *Fibre Chemistry*. 2020. vol. 51. no. 4. pp. 289-292. doi 10.1007/s10692-020-10098-6
- 6 Kharitonov Yu.Ya. Analytical chemistry (analytics). Book 2. Quantitative Analysis. Physicochemical (instrumental) methods of analysis. Moscow, Higher School, 2001. 560 p. (in Russian).
- 7 Bunin E.S., Kalashnikov G.V., Makeev S.V. Analysis of the protein composition of rape seeds during biotechnological processing with microwave drying. *Actual biotechnology*. 2020. no. 3 (34). pp. 105-107. (in Russian).
- 8 Joardder M.U.H., Kumar C., Karim M.A. Multiphase transfer model for intermittent microwave-convective drying of food: Considering shrinkage and pore evolution. *International Journal of Multiphase Flow*. 2017. vol. 95. pp. 101-119.
- 9 Rodríguez Ó. et al. Application of power ultrasound on the convective drying of fruits and vegetables: effects on quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2018. vol. 98. no. 5. pp. 1660-1673.
- 10 Szadzińska J. et al. The effect of high power airborne ultrasound and microwaves on convective drying effectiveness and quality of green pepper. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2017. vol. 34. pp. 531-539.
- 11 Aral S., Beşe A.V. Convective drying of hawthorn fruit (*Crataegus* spp.): Effect of experimental parameters on drying kinetics, color, shrinkage, and rehydration capacity. *Food Chemistry*. 2016. vol. 210. pp. 577-584.
- 12 Kroehnke J. et al. Ultrasound-and microwave-assisted convective drying of carrots—Process kinetics and product's quality analysis. *Ultrasonics sonochemistry*. 2018. vol. 48. pp. 249-258.
- 13 Marchuk A., Likhanov V.A., Lopatin O.P. Alternative energy: methanol, ethanol and alcohol esters of rapeseed oil as eco-friendly biofuel. *Theoretical and Applied Ecology*. 2019. no. 3. pp. 80-86.
- 14 Zhang C. et al. The preparation and physicochemical characterization of rapeseed protein hydrolysate-chitosan composite films. *Food chemistry*. 2019. vol. 272. pp. 694-701.
- 15 Józsa V., Kun-Balog A. Stability and emission analysis of crude rapeseed oil combustion. *Fuel Processing Technology*. 2017. vol. 156. pp. 204-210.

Сведения об авторах

Евгений С. Бунин к.т.н., доцент, кафедра естественных дисциплин, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, zhekabuka@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3477-0401>

Геннадий В. Калашников д.т.н., профессор, кафедра естественных дисциплин, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kagen5@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0873-5346>

Сергей В. Makeev к.т.н., доцент, кафедра естественных дисциплин, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, 198668910@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1142-7507>

Вклад авторов

Евгений С. Бунин написал рукопись и несет ответственность за плагиат

Геннадий В. Калашников выполнял обзор литературных источников по исследуемой проблеме, осуществлял подбор методик исследования

Сергей В. Makeev консультировал в ходе исследования, корректировал рукопись до подачи в редакцию

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Eugene S. Bunin Cand. Sci. (Engin.), associate professor, natural sciences department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, zhekabuka@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3477-0401>

Gennadii V. Kalashnikov Dr. Sci. (Engin.), professor, natural sciences department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kagen5@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0873-5346>

Sergey V. Makeev Cand. Sci. (Engin.), associate professor, natural sciences department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, 198668910@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1142-7507>

Contribution

Eugene S. Bunin wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

Gennadii V. Kalashnikov review of literature sources on the problem under study, carried out the selection of research methods

Sergey V. Makeev consultation during study, corrected the manuscript before submitting it to the editor

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 29/07/2020	После редакции 07/08/2020	Принята в печать 17/08/2020
Received 29/07/2020	Accepted in revised 07/08/2020	Accepted 17/08/2020

Моделирование конструкции ошпаривателя для термохимической обработки свекловичной стружки перед экстрагированием сахарозы

Надежда Г. Кульнева¹ ngkulneva@ya.ru  0000-0003-3802-9071
Михаил В. Журавлев² zyrav2014@ya.ru  0000-0002-1331-0716

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

² Московский государственный университет пищевых производств, Волоколамское ш., 11, г. Москва, 125080, Россия

Аннотация. Экстрагирование сахарозы является ключевым процессом свеклосахарного производства, определяющим его эффективность. Этот процесс существенно ускоряется при комплексном тепловом, электрическом и химическом воздействии на свекловичную ткань в процессе ее подготовки и осуществляется в ошпаривателях различных конструкций. Конструктивные параметры ошпаривателя можно оценить с использованием методов математического моделирования. При разработке модели применили конечно-элементный подход путем представления сложных тел в виде большого количества отдельных однотипных элементов и метод динамики частиц. При моделировании введен ряд коэффициентов, связанных с разбиением стружки на отдельные шарообразные элементы: m_3 , c_3 , d_3 , $\sin$. Для их расчета использовали справочные и экспериментальные данные. Математическая модель реализована в виде системы дифференциальных и алгебраических уравнений, для обработки которых разработана компьютерная программа на языке Object Pascal. Разработанная модель позволяет варьировать большое число конструктивных и технологических параметров ошпаривателя и механико-геометрических параметров свекловичной стружки, и определять показатели, характеризующие эффективность термохимической обработки стружки. В качестве конструктивных параметров выбраны угол наклона форсунки в вертикальной плоскости, длина и диаметр форсунки. Эффективность конструкции ошпаривателя оценивали массой свекловичной стружки, накопившейся на форсунке, и временем контакта свекловичной стружки с внутренними поверхностями ошпаривателя. В ходе компьютерного эксперимента установлено, что увеличение угла наклона форсунок при различных их длине и диаметре существенно снижает массу накапливающейся стружки и время контакта стружки с поверхностью ошпаривателя. Полученная модель предназначена для конструирования опытных образцов ошпаривателя.

Ключевые слова: свеклосахарное производство, экстрагирование, свекловичная стружка, ошпариватель, математическая модель

Modeling the design of the scalding machine for thermochemical treatment of beet chips before extracting sucrose

Nadezhda G. Kulneva¹ ngkulneva@ya.ru  0000-0003-3802-9071
Mikhail V. Zhuravlev² zyrav2014@ya.ru  0000-0002-1331-0716

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

² Moscow State University of Food Production, Volokolamskoe sh., 11, Moscow, 125080, Russia

Abstract. The extraction of sucrose is a key process in sugar beet production that determines its efficiency. This process is significantly accelerated by a complex thermal, electrical and chemical effect on beet tissue in the process of its preparation and is carried out in scalders of various designs. The design parameters of the scalding machine can be estimated using mathematical modeling methods. When developing the model, a finite element approach was used by representing complex bodies in the form of a large number of separate elements of the same type and the method of particle dynamics. In the simulation, a number of coefficients were introduced related to splitting the chips into separate spherical elements: m_3 , c_3 , d_3 , $\sin$. Reference and experimental data were used to calculate them. The mathematical model is implemented in the form of a system of differential and algebraic equations, for the processing of which a computer program in the Object Pascal language has been developed. The developed model makes it possible to vary a large number of design and technological parameters of the scalding machine and mechanical and geometric parameters of beet chips, and to determine indicators characterizing the efficiency of thermochemical processing of chips. The angle of inclination of the nozzle in the vertical plane, length and diameter of the nozzle were chosen as design parameters. The efficiency of the scalding machine design was evaluated by the mass of beet chips accumulated on the nozzle and the contact time of the beet chips with the inner surfaces of the scalding machine. In the course of a computer experiment, it was found that an increase in the angle of inclination of the nozzles at different lengths and diameters significantly reduces the mass of accumulated chips and the time of contact of the chips with the surface of the scalding machine. The resulting model is intended for the design of prototypes of the scalding machine.

Keywords: sugar beet production, extraction, beet chips, scalding machine, mathematical model

Введение

Технология свеклосахарного производства представляет собой совокупность сложнейших тепло- и массообменных процессов, одним из которых является экстрагирование сахарозы из клеток свекловичной ткани. Для осуществления экстрагирования свекловичную ткань необходимо предварительно прогреть до температуры,

обеспечивающей денатурацию белков [1–3]. Этот процесс существенно ускоряется при комплексном тепловом, электрическом и химическом воздействии [4–9]. Предложена конструкция ошпаривателя для термохимической обработки свекловичной массы, уточнение параметров которой осуществляли с использованием методов математического моделирования [10–13].

Для цитирования

Кульнева Н.Г., Журавлев М.В. Моделирование конструкции ошпаривателя для термохимической обработки свекловичной стружки перед экстрагированием сахарозы // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 39–44. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-39-44

For citation

Kulneva N.G., Zhuravlev M.V. Modeling the design of the scalding machine for thermochemical treatment of beet chips before extracting sucrose. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82 no. 3. pp. 39–44. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-39-44

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Процесс термохимической обработки свекловичной стружки в ошпаривателе является достаточно сложным с точки зрения описания. В математической модели необходимо максимально адекватно представить отдельные элементы свекловичной стружки, их способность к изгибу, движение в пространстве, взаимодействие между собой, с каплями реагента и с рабочими поверхностями ошпаривателя.

Многие модели аналогичных процессов используют приближения постоянства геометрических параметров обрабатываемого объекта или грубые приближения сплошной среды. Однако указанные приближения при описании термохимической обработки свекловичной стружки существенно снижали бы адекватность модели. Поэтому в настоящей работе была поставлена задача разработки математической модели термохимической обработки свекловичной стружки с высокой детализацией и адекватностью на основе вычислительных возможностей современных компьютеров.

Материалы и методы

В работе применили конечно-элементный подход путем представления сложных тел в виде большого количества отдельных однотипных элементов. При этом каждый элемент свекловичной стружки разбивали на шарообразные частицы диаметром $d_э$ 0,5 см (рисунок 1). Для моделирования использовали метод динамики частиц.

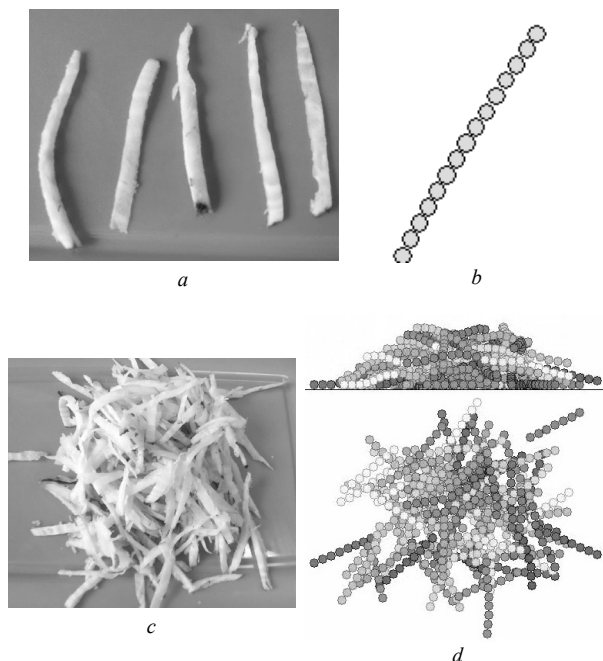


Рисунок 1. Представление свекловичной стружки в процессе моделирования: *a*, *c* – фото реальной стружки; *b*, *d* – представление в модели

Figure 1. Representation of beet chips in the modeling process: *a*, *c* – photo of real chips; *b*, *d* – representation in the model

При моделировании процесса введен ряд коэффициентов, связанных с дискретизацией стружки (разбиением на отдельные шарообразные элементы): $m_э$, c_c , $d_эс$, $c_{ис}$. Их расчет осуществляли по справочным данным и специально проведенным калибровочным экспериментам.

Расчет массы одного элемента стружки $m_э$ проводили с использованием значения плотности сахарной свеклы и простых геометрических соображений:

$$m_э = \rho \cdot \frac{\pi d_c^2}{4} d_э, \quad (1)$$

где ρ – характерная плотность корнеплода сахарной свеклы; d_c – эффективный диаметр свекловичной стружки.

Для расчета коэффициента жесткости взаимодействия двух элементов c_c провели испытания на сжатие образцов свеклы исходной и обработанной растворами сульфатов алюминия и аммония (рисунок 2). Обнаружено, что образцы размерами $40 \times 40 \times 50$ мм³ сжимаются в вертикальном направлении с 50 до 40 мм при приложении давления около 2,5 МПа. Тогда коэффициент жесткости можно рассчитать по формуле

$$c_c = \frac{P}{\Delta H} H d_э, \quad (2)$$

где P – давление при испытании на изгиб; H – высота образца; ΔH – изменение высоты образца в процессе испытаний [14].



Рисунок 2. Испытание на сжатие образца свеклы, обработанного раствором сульфата аммония

Figure 2. Compression test of a beet sample treated with ammonium sulfate solution

Подставляя значения переменных в последнюю формулу, получаем $c_c = 6,5 \cdot 10^4$ Н/м.

Расстояние обнуления взаимодействия между соседними элементами стружки d_0 рассчитывали через предел прочности на растяжение для корнеплода сахарной свеклы, определяемый в механических испытаниях образца. Экспериментально получено значение d_0 0,07 $d_э$.

Для расчета коэффициента изгибной жесткости $c_{ис1}$, приведенного к тройке соседствующих элементов, проведены испытания стружки на изгиб по схеме, представленной на рисунке 3. Испытания проводили в горизонтальной плоскости, чтобы исключить влияние на результаты силы тяжести.

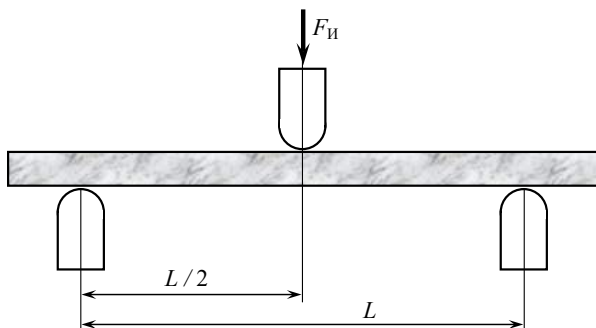


Рисунок 3. Схема испытания свекловичной стружки на изгиб для определения коэффициента изгибной жесткости $c_{ис}$

Figure 3. Scheme of beet chip bending test to determine the coefficient of bending stiffness $c_{ис}$

При данной схеме испытаний оценочное значение коэффициента $c_{ис1}$ можно рассчитать по формуле

$$c_{ис1} = \frac{F_H}{\Delta H} \cdot \frac{d_{\text{э}}}{(L/2)^2}, \quad (3)$$

где F_H – сила, необходимая для изгиба стружки; ΔH – величина прогиба стружки под действием силы; L – расстояние между упорами, на которых расположена стружка. Измерения показали, что при длине $L = 50$ мм и величине изгибающей силы 0,1 Н величина прогиба в центре составляет $\Delta H = 6$ –10 мм. Тогда, приняв для определенности $\Delta H = 8$ мм, в расчете по формуле получили $c_{ис1} = 100$ Н/м и использовали это значение при дальнейшем моделировании.

При описании взаимодействия рабочих поверхностей ошпаривателя (форсунки и центральной трубы) (рисунок 4) с отдельными элементами стружки использовали упруго-вязкие характеристики для расчета силы взаимодействия $F^{\text{ЭП}}$. Для расчета силы упругого взаимодействия между i -м элементом стружки и поверхностью необходимо определить величину внедрения $r_{\text{вн}i}$ элемента в поверхность ошпаривателя, а также определить вектор $\{n_{xi}, n_{yi}, n_{zi}\}$ к поверхности в точке внедрения. Далее упругая сила вычисляется по закону Гука с коэффициентом жесткости $2 \times c_{\text{с}}$, при этом направление силы, действующей на элемент, считается вдоль нормального вектора. Декартовы составляющие силы вязкого трения пропорциональны составляющим абсолютной скорости элемента v_{xi}, v_{yi}, v_{zi} с коэффициентом вязкого трения $k_{\text{в}}$.

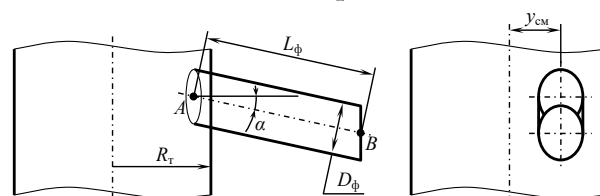


Рисунок 4. Геометрические параметры форсунки и центральной трубы

Figure 4. Geometric parameters of the nozzle and the central pipe

Результаты и обсуждение

Предлагаемая математическая модель реализована в виде системы большого числа дифференциальных и алгебраических уравнений. Для удобства исследования системы разработана компьютерная программа на языке Object Pascal в интегрированной среде программирования Borland Delphi 7.0, предназначенная для проведения компьютерных экспериментов по взаимодействию потока свекловичной стружки с поверхностями ошпаривателя.

В начальный момент времени свекловичная стружка в количестве 100 элементов распределяется случайным образом выше исследуемой области вблизи форсунки. Координата центра стружки, угол наклона стружки в вертикальной плоскости, угол ориентации стружки в горизонтальной плоскости определяются с помощью генератора случайных чисел, реализующего равномерный закон распределения. Начальные скорости движения элементов стружки равны нулю: $v_{xi}^0 = 0$, $v_{yi}^0 = 0$, $v_{zi}^0 = 0$.

Перемещение элементов ограничено границами модельного пространства. На расстоянии 1 м под исследуемой областью вблизи форсунки находится горизонтальная поверхность, ограничивающая движение стружки. Стружка постепенно накапливается на поверхности (рисунок 1, d). Взаимодействие стружки в модели принимается упруго-вязким и описывается дополнительными слагаемыми в уравнениях.

Также движение элементов ограничивают поверхности форсунки и центральной трубы.

В процессе компьютерного эксперимента имитируется вертикальное движение потока свекловичной стружки сечением 8x8 см. До исследуемой области пространства свекловичная стружка движется вниз с постоянной скоростью 0,2 м/с, непосредственно над исследуемой областью пространства скорость стружки не ограничивается, она начинает двигаться с ускорением свободного падения. В исследуемой области пространства поток свекловичной стружки взаимодействует с форсункой и центральной трубой.

Разработанная модель позволяет варьировать большое количество конструктивных и технологических параметров ошпаривателя и механико-геометрических параметров свекловичной стружки. В ходе компьютерного эксперимента модель позволяет определять

большое количество показателей, характеризующих эффективность термохимической обработки стружки: производительность, качество, экономичность. Для дальнейшего теоретического исследования выбраны только наиболее важные входные и выходные параметры (рисунок 5).



Рисунок 5. Входные параметры и выходные характеристики математической модели

Figure 5. Input parameters and output characteristics of the mathematical model

В качестве конструктивных параметров выбраны: α – угол наклона форсунки в вертикальной плоскости; L_ϕ – длина форсунки; D_ϕ – диаметр форсунки.

Эффективность ошпаривателя характеризуется следующими показателями: m_n – масса свекловичной стружки, накопившейся на форсунке (средняя в течение компьютерного эксперимента); t_k – время контакта свекловичной стружки с поверхностями ошпаривателя – форсунками и центральной трубой (среднее в течение компьютерного эксперимента).

Расчет показателей эффективности производили по следующим формулам.

$$m_n = \frac{\Delta t}{t_{k\Omega}} \sum_{\tau=1}^{[t_{k\Omega}/\Delta t]} m_{\Omega} \sum_{i=1}^{N_{\Omega}} \begin{cases} 1, z_{yp1} < z_i < z_{yp2}; \\ 0, z_i < z_{yp1} \text{ или } z_i > z_{yp2}; \end{cases} \quad (4)$$

$$t_k = \frac{1}{N_{\Omega}} \sum_{i=1}^{N_{\Omega}} \sum_{\tau=1}^{[t_{k\Omega}/\Delta t]} \begin{cases} \Delta t, \text{ если элемент } i \\ \text{контактирует с форсункой;} \\ 0, \text{ если не контактирует;} \end{cases} \quad (5)$$

где Δt – шаг интегрирования дифференциальных уравнений; $t_{k\Omega}$ – длительность компьютерного эксперимента; τ – номер шага интегрирования; z_{yp1} и z_{yp2} – уровни ниже и выше форсунки, в пределах которых стружка считается накопившейся на форсунке; N_{Ω} – количество элементов стружки; d_{Ω} – диаметр элементов стружки.

Накопление свекловичной стружки на форсунках и ее перегрев существенно зависят от геометрических параметров форсунки: угла наклона α , длины L_ϕ и диаметра D_ϕ . Поэтому было исследовано влияние данных параметров на накапливающуюся на форсунке массу m_n и среднее время контакта стружки с поверхностью форсунки t_k .

Наклон форсунок на 10° позволяет вдвое уменьшить массу накапливающейся на форсунках стружки и в 3,5 раза уменьшить время контакта стружки с форсунками. При угле наклона более 25° стружка практически не накапливается на форсунках, а время контакта стружки с форсункой не превышает 0,06 с (рисунок 6).

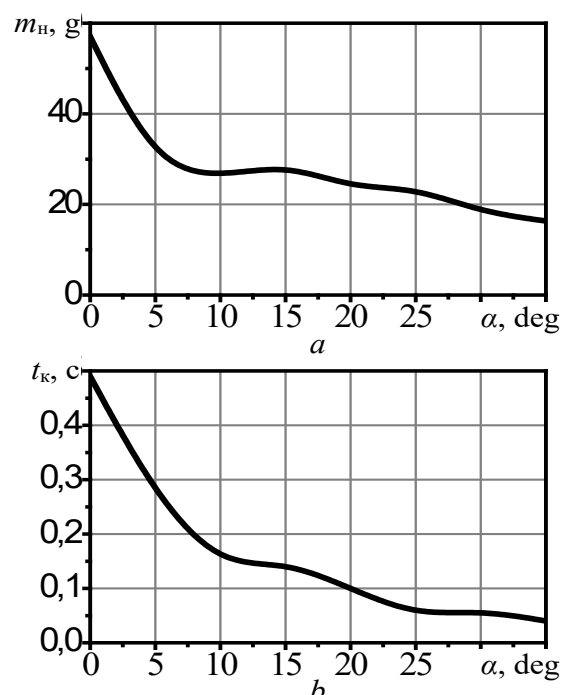


Рисунок 6. Графическая интерпретация зависимости массы накапливающейся на трубке стружки m_n (a) и среднего времени контакта стружки с трубкой t_k (b) от угла наклона форсунки α

Figure 6. Graphical interpretation of the dependence of the mass of chips accumulating on the tube m_n (a) and the average time of contact of the chips with the tube t_k (b) on the angle of inclination of the nozzle α

Независимо от длины форсунок наклон на 20° позволяет в 1,4–2,1 раза снизить массу накапливающейся стружки и в 2,7–8,0 раз уменьшить время контакта стружки с форсункой (рисунок 7).

При увеличении диаметра форсунки влияние угла наклона проявляется значительнее: диаметр до 1 см при наклоне форсунки на 20° уменьшает накопление массы в 1,5 раза, время контакта в 3 раза; при диаметре 2–3 см тот же угол наклона снижает накопление стружки на поверхности форсунки в 3 раза, время контакта в 5–8 раз (рисунок 8).

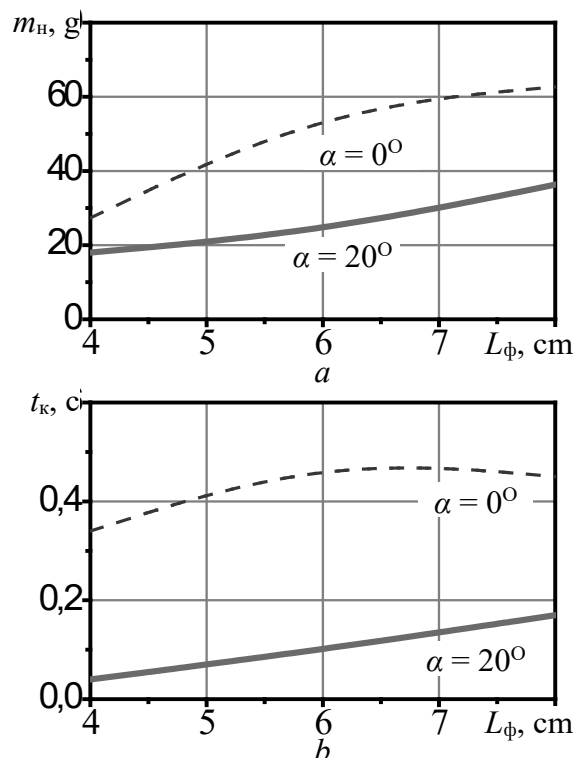


Рисунок 7. Зависимость массы накапливающейся на форсунке стружки m_n (а) и среднего времени контакта стружки с трубкой t_k (б) от длины форсунки L_ϕ

Figure 7. Dependence of the mass of chips accumulating on the nozzle m_n (a) and the average time of contact of the chips with the tube t_k (b) on the length of the nozzle L_ϕ

Закключение

Проведены оценочные испытания образцов свеклы исходной и обработанной жидкостью для электрохимической активации (растворами сульфатов алюминия и аммония) на сжатие, растяжение и изгиб для определения коэффициентов модели.

Разработана программа для ЭВМ, реализующая модель, и позволяющая исследовать

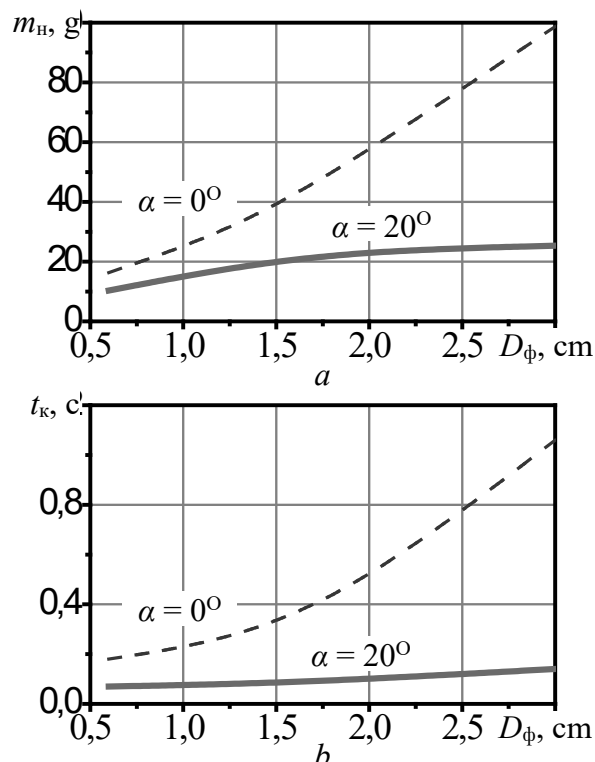


Рисунок 8. Влияние диаметра форсунки D_ϕ на массу накапливающейся на трубке стружки m_n (а) и среднее время контакта стружки с форсункой t_k (б)

Figure 8. Influence of the nozzle diameter D_ϕ on the mass of chips accumulating on the tube m_n (a) and the average contact time of the chips with the nozzle t_k (b)

влияние геометрических параметров форсунок на показатели накопления стружки на форсунках.

Математическая модель взаимодействия свекловичной стружки с внутренней поверхностью ошпаривателя позволяет определить массу стружки, накапливающейся на форсунках, и среднее время контакта стружки с форсунками. Проведенные исследования предназначены для выбора конструктивных характеристик опытных образцов ошпаривателя [15].

Литература

- 1 Голыбин В.А., Федорук В.А., Матвиенко Н.А. Проблемы сезонности производства сахара из свеклы // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 1. С. 64–69. doi: 10.20914/2310–1202–2020–1–64–69
- 2 Верхола Л.А., Ладановский М.И. Актуальные аспекты проектирования энергоэффективного производства // Сахар. 2017. № 9. С. 28–36.
- 3 Schulze T. et al. A look at technological and technical tower extraction trends sugar industry // Zuckerindustrie. 2015. № 12. P. 748–752.
- 4 Олішевський В.В. и др. Вплив нанокompозиту алюмінію на дифузійні властивості бурякової стружки // Цукор України. 2017. № 5 (137). С. 17–23.
- 5 Nykytiuk T., Olishevskiy V., Babko E., Prokopiuk O. Impact of nanosized aluminum hydroxide on the structural and mechanical properties of sugar beet tissue // Ukrainian Food Journal. 2018. V. 7. № 3. P. 488–498.
- 6 Воробьев Е.И., Майшак Ф. Селективное извлечение сахарозы из свёклы методом электроплазмолиза и его влияние на технологию сахарного производства // Сахар. 2018. № 4. С. 28–36.
- 7 Sitzmann W., Vorobiev E., Lebovka N. Applications of electricity and specifically pulsed electric fields in food processing: Historical backgrounds // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2016. V. 37. P. 302–311.
- 8 Mhemdi H., Bals O., Vorobiev E. Combined pressing-diffusion technology for sugar beets pretreated by pulsed electric field // Journal of Food Engineering. 2016. V. 168. P. 166–172.
- 9 Решетова Р.С., Городецкий В.О., Бганцева О.Ю., Молотилин Ю.И. и др. Использование кальцийсодержащих реагентов для повышения эффективности экстрагирования сахарозы из тканей корнеплодов свеклы // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2016. № 5–6. С. 34–38.

10 Шекуров В.Н., Михайлова С.Н., Шекуров К.В. Устройство для ошпаривания свекловичной стружки с использованием экологически обеспеченной технологии производства сахара // Вестник технологического университета. 2017. Т. 20. № 8. С. 141-142.

11 Семенов Е.В., Славянский А.А. Расчет процесса обессахаривания свекловичной стружки в диффузионном аппарате // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. Т. 7. № 1. С. 98-104.

12 Кухар В.Н. и др. Оптимизация работы диффузионной установки колонного типа методом усовершенствования конструкции ошпаривателя // Сахар. 2018. № 4. С. 64-71.

13 Кульнева Н.Г., Журавлёв А.А., Журавлёв М.В. Моделирование процесса диффузионного извлечения сахарозы с применением термической обработки свекловичной стружки // Сахар. 2019. № 2. С. 48-52.

14 Семенихин С.О., Даишева Н.М., Котляревская Н.И., Усманов М.М. Исследование влияния способов подготовки экстрагента на физико-химические свойства обессахаренной свекловичной стружки // Новые технологии. 2019. Т. 1(47). С. 162-170.

15 Пат. № 2621996, RU, A23N 15/00. Ошпариватель свекловичной стружки / Кульнева Н.Г., Журавлев М.В., Копылов М.В. № 2016110748; Заявл: 24.03.2016; Оpubл. 08.06.2017, Бюл. № 16.

References

1 Golybin V.A., Fedoruk V.A., Matvienko N.A. Problems of the seasonality of sugar production from beets. *Proceedings of VSUET*. 2020. vol. 82. no. 1. pp. 64–69. doi: 10.20914 / 2310–1202–2020–1–64–69 (in Russian).

2 Verkhola L.A., Ladanovsky M.I. Actual aspects of designing energy efficient production. *Sugar*. 2017. no. 9. pp. 28–36. (in Russian).

3 Schulze T. et al. A look at technological and technical tower extraction trends sugar industry. *Zuckerindustrie*. 2015. no. 12. pp. 748–752.

4 Olishchuk V.V. Influence of aluminum nanocomposite on diffusion properties of beet chips. *Sugar of Ukraine*. 2017. no. 5 (137). pp. 17–23. (in Ukrainian).

5 Nykytiuk T., Olishchuk V., Babko E., Prokopiuk O. Impact of nanosized aluminum hydroxide on the structural and mechanical properties of sugar beet tissue. *Ukrainian Food Journal*. 2018. vol. 7. no. 3. pp. 488–498.

6 Vorobiev E.I., Maishak F. Selective extraction of sucrose from beets by electropulsation and its influence on the technology of sugar production. *Sugar*. 2018. no. 4. pp. 28–36. (in Russian).

7 Sitzmann W., Vorobiev E., Lebovka N. Applications of electricity and specifically pulsed electric fields in food processing: Historical backgrounds. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2016. vol. 37. pp. 302–311.

8 Mhemdi H., Bals O., Vorobiev E. Combined pressing-diffusion technology for sugar beets pretreated by pulsed electric field. *Journal of Food Engineering*. 2016. vol. 168. pp. 166–172.

9 Reshetova R.S., Gorodetsky V.O., Bgantseva O.Yu., Molotilin Yu.I. et al. The use of calcium-containing reagents to increase the efficiency of sucrose extraction from the tissues of beet root crops. *News of higher educational institutions. Food technology*. 2016. no. 5-6. pp. 34–38. (in Russian).

10 Shekurov V.N., Mikhailova S.N., Shekurov K.V. A device for scalding beet chips using environmentally friendly sugar production technology. *Bulletin of the Technological University*. 2017. vol. 20. no. 8. pp. 141-142. (in Russian).

11 Semenov E.V., Slavyansky A.A. Calculation of the process of de-sugar beet chips in a diffusion apparatus. *Izvestiya vuzov. Applied chemistry and biotechnology*. 2017. vol. 7. no. 1. pp. 98-104. (in Russian).

12 Kukhar V.N. et al. Optimization of the operation of a column-type diffusion plant by the method of improving the design of the scalding. *Sugar*. 2018. no. 4. pp. 64-71. (in Russian).

13 Kulneva N.G., Zhuravlev A.A., Zhuravlev M.V. Modeling of the process of diffusion extraction of sucrose with the use of heat treatment of beet chips. *Sugar*. 2019. no. 2. pp. 48–52. (in Russian).

14 Semeniukhin S.O., Daisheva N.M., Kotlyarevskaya N.I., Usmanov M.M. Investigation of the influence of the methods of preparation of the extractant on the physicochemical properties of de-sugar beet chips. *New technologies*. 2019. vol. 1 (47). pp. 162-170. (in Russian).

15 Kulneva N.G., Zhuravlev M.V., Kopylov M.V. Beet shavings scalding machine. Patent RF, no. 2621996, 2017.

Сведения об авторах

Надежда Г. Кульнева д.т.н., профессор, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ngkulneva@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3802-9071>

Михаил В. Журавлев к.т.н., кафедра кондитерских, сахаристых, субтропических и пищевкусных технологий, Московский государственный университет пищевых производств, Волоколамское ш., 11, г. Москва, 125080, Россия, zyrav2014@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1331-0716>

Information about authors

Nadezhda G. Kulneva Dr. Sci. (Engin.), professor, fermentation and sugar production technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ngkulneva@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3802-9071>

Mikhail V. Zhuravlev Cand. Sci. (Engin.), confectionery, sugar, subtropical and food flavoring technologies department, Moscow State University of Food Production, Volokolamskoe sh., 11, Moscow, 125080, Russia, zyrav2014@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1331-0716>

Вклад авторов

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

Contribution

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 17/08/2020	После редакции 24/08/2020	Принята в печать 02/09/2020
Received 17/08/2020	Accepted in revised 24/08/2020	Accepted 02/09/2020

Разработка функционального продукта для профилактики йодонедостаточности

Людмила В. Антипова¹antipova.l54@ya.ru 0000-0002-1416-0297Алексей О. Дарьин¹darjin.aleksey@ya.ru 0000-0002-5017-3861¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Йод принадлежит к актуально значимым элементам, которые отвечают за полноценное рабочее состояние организма. Йоддефицит является очень острой проблемой, ее устранение является важной задачей мировых сообществ, отраженной в Доктрине Продовольственной безопасности РФ, регионально-целевых программах России. В современном мире предлагаемой мерой профилактики йоддефицита считается потребление йодированной соли и некоторых пищевых продуктов, содержащих неорганическую форму йода, либо употребление разнообразных биологически активных добавок. Однако, в соответствии с наблюдающейся статистикой заболеваний, которые связаны с недостатком йода, представленные мероприятия мало результативны. В статье приведены исследования процесса биоконверсии йода неорганической формы в органическую – биодоступную, способную достигать органа-мишень, например, в процессе прорастания зерен чечевицы в соответствующей питательной среде. Обоснована, возможность получения из пророщенной в йодированной среде чечевицы органической формы йода с последующим получением пищевых продуктов, например, растительного молока. Исследованы органолептические, физико-химические показатели получаемого молока, а также витаминный и аминокислотный составы, повышающие пищевую и биологическую ценность продукта, проведен анализ показателей безопасности и соответствующие требованиям использования в пищевых системах. В ходе проведенной работы получили продукт с сбалансированным составом в питательных веществах для организма человека. Данные разработки открывают перспективу к созданию функционала продуктов функционального назначения с биодоступной формой йода.

Ключевые слова: чечевица, проращивание, чечевичное молоко, йоддефицит, безопасность

Development of a functional product for the prevention of iodine deficiency

Lyudmila V. Antipova¹antipova.l54@ya.ru 0000-0002-1416-0297Alexey O. Daryin¹darjin.aleksey@ya.ru 0000-0002-5017-3861¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Iodine belongs to the most important elements that are responsible for the full working condition of the body. Iodine deficiency is a very acute problem, its elimination is an important task of the world communities, reflected in the Doctrine of Food security of the Russian Federation, regional target programs of Russia. In the modern world, the proposed measure for the prevention of iodine deficiency is the consumption of iodized salt and some foods containing an inorganic form of iodine, or the use of a variety of biologically active additives. However, according to the observed statistics of diseases that are associated with a lack of iodine, the presented measures are not very effective. The article presents studies of the process of bioconversion of inorganic iodine into organic – bioavailable, capable of reaching the target organ, for example, during the germination of lentil grains in the appropriate nutrient medium. The possibility of obtaining an organic form of iodine from sprouted lentils in an iodized medium with subsequent production of food products, such as vegetable milk, is proved. The organoleptic, physico-chemical parameters of the milk obtained, as well as vitamin and amino acid compositions that increase the nutritional and biological value of the product were studied, the safety indicators were analyzed and meet the requirements for use in food systems. In the course of the work carried out, we obtained a product with a balanced composition of nutrients for the human body. These developments open up prospects for the creation of functional products for functional purposes with a bioavailable form of iodine.

Keywords: lentils, sprouting, lentil milk, iodine deficiency, safety

Введение

Здоровое питание в настоящее время является неотъемлемой составляющей частью каждого человека. В связи с нарушением питания возможно развитие ряда эндемических болезней, одними из причин которых является избыточное или недостаточное содержание минеральных элементов в организме человека.

Известно, что наибольшая часть населения России страдает от йоддефицита, вследствие чего развивается ряд заболеваний щитовидной железы, формируется гипопункция, ухудшается гормональный статус и репродуктивная функция, нарушается работа нервной, эндокринной систем, замедляется рост и развитие мышечной ткани, опорно-двигательного аппарата.

Для цитирования

Антипова Л.В., Дарьин А.О. Разработка функционального продукта для профилактики йодонедостаточности // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 45–49. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-45-49

For citation

Antipova L.V., Daryin A.O. Development of a functional product for the prevention of iodine deficiency. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 45–49. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-45-49

По своей природе йод является одним из важных микроэлементов окружающей среде, влияющий на обмен веществ в организме. Главной функцией йода является участие его в биосинтезе гормонов щитовидной железы тироксина, трийодтиронина и диiodтиронина, но помимо этого данный микроэлемент принимает участие в синтезе белковых соединений железа, кобальта, цинка, меди, обеспечивает процесс расщепления жирных кислот, уменьшает содержание холестерина, обладает антиоксидантным действием [1, 2].

Для решения проблемы дефицита йода в организме наиболее актуальным является разработка технологий, рецептур, инновационных способов обогащения с целью получения пищевых продуктов функционального назначения, позволяющие удовлетворить потребности людей в дефиците необходимых питательных веществах и обеспечить население биологически полноценным питанием. Важным этапом в разработке пищевых систем, обогащенных йодом, является наличие усвояемых биодоступных форм йодных компонентов. Популярным способом обогащения пищевых сред биологически активными веществами является целенаправленное использование минеральных веществ в составе питательных сред при проращивании биообъекта. В данной работе в качестве изучаемого объекта использовали чечевичное молоко, полученное после проращивания зерен чечевицы в питательной среде содержащей йодид калия. Известно, что чечевица среди бобовых культур отличается содержанием важных питательных веществ, таких как белок. В процессе проращивания значительно снижается массовая доля олигосахаридов, увеличивается количество витаминов, улучшается аминокислотный состав, нивелируются ингибиторы пищеварительных ферментов [3, 4].

Цель работы – обоснование условий и получение функционального продукта с биодоступной формой органического йода для поддержания здоровья человека и коррекции йодного дефицита в организме.

Материалы и методы

Для получения молока использовалась продовольственная чечевица красная от производителя ООО «Агро-Альянс» (г. Санкт-Петербург), приобретенная в сети гипермаркетов Лента (г. Воронеж). В качестве неорганической формы йода использовался раствор йодида калия ГОСТ ГОСТ 4232–74 [3].

Оценка органолептических свойств (запах, вкус, внешний вид, и вкусовые качества), физико-химических характеристик и показатели безопасности

проводили в Воронежском государственном университете инженерных технологий на кафедре «Технология продуктов питания животного происхождения» согласно BS ISO 22935–2:2009 Milk and milk products. Sensory analysis Recommended methods for sensory evaluation, CEN/TC 338 Cereal and cereal products.

В ЦКП ВГУ проводили количественное определение йода титриметрическим методом, основанном на образовании окрашенного комплексного соединения йода с азотистокислым натрием в кислой среде и его титриметрическом определении.

Для исследования массовой доли белка применяли метод Кьельдаля, а также по определению аминокислот применяли способ ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией нингидрином в том числе и триптофана хроматографии с постколоночной дериватизацией. С использованием установки для разложения белка Turbotherm (Gerhardt, Германия) и установки для перегонки аммиака Vapodest (Gerhardt, Германия) осуществляли процесс определения белка. На жидкостном хроматографе LC-20 Prominence (Shimadzu, Япония) проанализировали аминокислотный состав и триптофана.

На волновом рентгенофлуоресцентном спектрометре S8 Tiger (Bruker, Германия) с помощью рентгеновских волн определяли витаминный состав исследуемых объектов.

Результаты

Особенность выработки чечевичного молока заключается в замачивании зерен чечевицы в питательном растворе йодида калия и дальнейшем проращивании в холодных условиях при температуре 4–6 °С в течение 7–8 дней. В результате проведенных операции водный раствор йодида калия разрыхляет оболочку зерен, приводя к диффузионной активности ионы йода из раствора во внутреннюю структуру зерен. После того, как ионы йода поступили внутрь зерен, идет ассимиляция совместно с другими запасными питательными веществами. В итоге появляются новые биодоступные органические йодсодержащие соединения. Так как неорганический йод переходит в органическую форму, то образуются биодоступные формы, которые хорошо усваиваются в организме человека. Попадая в организм такие вещества содействуют оптимальной работе щитовидной железы. В ходе проращивания в зернах образуются витамины, также аминокислоты – метионин и цистеин [6–8].

На рисунке 1 представлено морфологические изменения зерна при проращивании: отмечается набухание, визуальное увеличение размера зерен чечевицы (а – 5,0 мм; б – 5,9 мм; в – 6,2 мм; г – 6,5 мм) и развитие ростка: стебля и корешка.

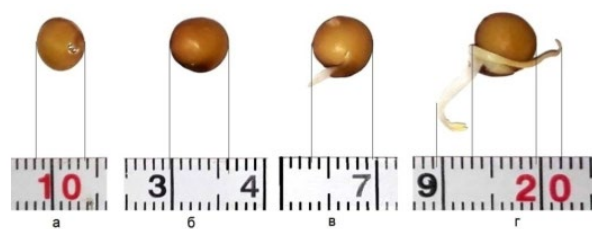


Рисунок 1. Морфологический процесс изменения зерна при проращивании: а – зерно после 1 суток замачивания; б – зерно после 3 суток проращивания; в – зерно после 6 суток проращивания; г – зерно после 8 суток проращивания

Figure 1. Morphological process of grain change during germination: a-grain after 1 day of soaking; b-grain after 3 days of germination; c-grain after 6 days of germination; d – grain after 8 days of germination.

Органолептические показатели чечевичного молока: жидкость белого цвета с кремовым оттенком. По консистенции тонкая дисперсия без расслоения, с легким привкусом чечевицы без посторонних привкусов и запахов [9–11].

Для исследования влияния процесса замачивания солевым раствором и проращивания на пищевую ценность, произвели сравнительный анализ двух образцов: опытного и контрольного – без применения процесса замачивания и проращивания зерен. Также было исследовано содержание йода в обоих образцах. Данные приведены в таблице 1 [12, 13].

Одним из важных критериев биологической ценности белковых продуктов является информация об их аминокислотном составе. Аминокислоты, являясь одним из эссенциальных компонентов, необходимых для полноценного рациона питания человека, служат предшественниками гормонов, порфиринов и многих других биомолекул. На рисунке 2 представлен анализ исследования аминокислотного состава [14].

Таблица 1.
Физико-химический состав контрольного и опытного образцов

Table 1.
Physical and chemical composition of the control and experimental samples

Показатель Indicator	Контроль Control	Опыт Experiment
Массовая доля жира, % Mass fraction of fat, %	0,73	0,7
Массовая доля белка, % Mass fraction of protein, %	2,8	3,25
Массовая доля углеводов, % Mass fraction of carbohydrates, %	2,6	2,4
Содержание йода, мг/100г Iodine content mg/100g	220	290

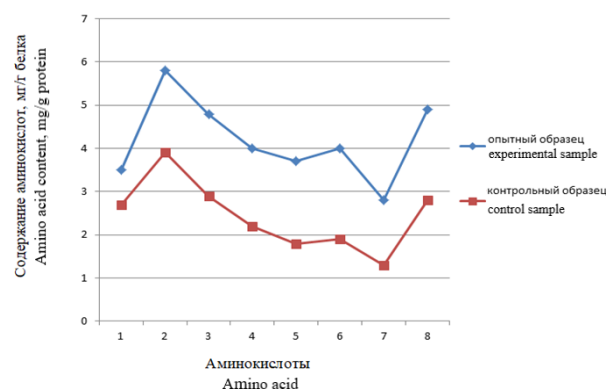


Рисунок 2. Сравнительная оценка аминокислотного состава исследуемых образцов: а – опытный; б – контрольный; 1 – изолейцин; 2 – лейцин; 3 – лизин; 4 – метионин; 5 – фенилаланин; 6 – треонин; 7 – триптофан; 8 – валин

Figure 2. Comparative evaluation of the amino acid composition of the studied samples: a – experimental; b – control; 1 – isoleucine; 2 – leucine; 3 – lysine; 4 – methionine; 5 – phenylalanine; 6 – threonine; 7 – tryptophan; 8 – valine

Проведено исследование также витаминного состава (таблица 2). Витамины по своей природе являются веществами, оказывающими сильное действие на рост, обмен веществ и физиологическое развитие организма в целом, причем в довольно небольших количествах. Химическая природа их разнообразна. Поступают витамины в организм с пищей, преимущественно растительной. В тканях человека они усваиваются, образуя более сложные вещества, как правило входят в состав ферментов, которые участвуют в обмене веществ, поэтому, если витамины не поступают с пищей, это следовательно вызывает пагубное воздействие на развитие организма [15].

Таблица 2.
Витаминный состав анализируемых образцов

Table 2.
Vitamin composition of the analyzed samples

Витамины, мг Vitamins, mg	содержание, в 100 г. продукта content, per 100 g of product	
	контроль control	опыт experiment
B1	0,5	0,78
B2	0,21	0,48
B5	1,36	2,14
B9	0,47	0,9
PP	1,8	2,21
C	-	0,04

Микробиологические показатели чечевичного молока (таблица 3) соответствуют требованиям СанПин 2.3.2.560–96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов»

Таблица 3.
Микробиологические показатели
чечевиного молока

Table 3.
Microbiological indicators of lentil milk

Показатель Indicator	Дисперсия белка чечевицы Dispersion of protein lentils
КМАФАнМ, КОЕ/г в 1 г, не более КМАФАнМ, CFU/g in 1 g, no more	1×10^5
БГКП в 1 г, не более Coliforms in 1 g, not more	не обнаружены not detected
S.aureus	1,0
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 г. продукта Pathogenic microorganisms, including Salmonella in 25 g of the product	не обнаружены not detected
Плесени, КОЕ/г Mold, CFU / g	

Обсуждение

В ходе экспериментальных исследований выявлены, что при проращивании зерна чечевицы можно увеличить пищевую и биологическую ценности при этом наблюдается значительный рост аминокислотного состава и уменьшение олигосахаридной фракции в процессе проращивания. При добавлении в питательный раствор

йодида калия, содержание йода в зерне составляет 290 мкг/кг, при суточной норме потребления йода 150 мкг, что позволяет удовлетворить суточную потребность организма в йоде.

Установлено, что опытный образец чечевиного молока имеет достаточно сбалансированный состав аминокислот, который приближен к питьевому молоку. Увеличивается содержание незаменимых аминокислот: изолейцина в 1,3 р.; лейцина в 1,5 р.; лизина в 1,65 р.; метионина в 1,8 р.; фенилаланина в 2,05 р.; треонина в 2,1 р.; триптофана в 2,15 р.; валина в 1,75 р.

В ходе проращивания зерен увеличивается также витаминный состав анализируемых образцов чечевиного молока: витамина В1 (на 0,28%), В2 (на 0,27%), В5 (на 0,78%), В9 (на 0,43%), С (на 0,04%), РР (на 0,41%).

Результаты микробиологических исследований дисперсии белков чечевицы показали ее безопасность и возможность использования в технологии пищевых продуктов.

Заключение

В ходе проведенной работы получили продукт с сбалансированным составом в питательных веществах для организма человека. Данные разработки открывают перспективу к созданию функционала продуктов функционального назначения с биодоступной формой йода.

Литература

- 1 Антипова Л.В. Оценка потенциала источников растительных белков для производства продуктов питания // Пищевая промышленность. 2013. № 8. С. 10–12.
- 2 Казьмин В.Д. Болезни щитовидной железы: Диагностика, профилактика, лечение. Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. 224 с.
- 3 Трошина, Е.А. Современные аспекты профилактики и лечения йододефицитных заболеваний. Фокус на группы риска // Медицинский совет. 2016. № 3. С. 82-85.
- 4 Waugh D.T. Fluoride exposure induces inhibition of sodium/iodide symporter (NIS) contributing to impaired iodine absorption and iodine deficiency: molecular mechanisms of inhibition and implications for public health // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019. V. 16. № 6. P. 1086.
- 5 ГОСТ 4232–74. Реактивы. Калий йодистый. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2006.
- 6 Антипова Л.В., Толпыгина И.Н., Мартымянова Л.Е. Текстураты растительных белков для производства продуктов питания // Пищевая промышленность. 2014. № 2. С. 20–23.
- 7 Короткова А.А., Горлов И.Ф. Технология обогащения молочных продуктов для детского питания биодоступными формами йода и селена // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2012. № 5/6. С. 40–43
- 8 Платонова Н.М. Йодный дефицит: современное состояние проблемы // КЭТ. 2015. № 1. С. 12–21.
- 9 Герасимов Г.А. О новых рекомендациях ВОЗ и ЮНИСЕФ по профилактике йододефицитных заболеваний // КЭТ. 2008. № 1. С. 2–7.
- 10 McClements D.J. Development of next-generation nutritionally fortified plant-based milk substitutes: Structural design principles // Foods. 2020. V. 9. № 4. P. 421.
- 11 Jeske S. et al. Formation, stability, and sensory characteristics of a lentil-based milk substitute as affected by homogenisation and pasteurisation // European Food Research and Technology. 2019. V. 245. № 7. P. 1519-1531.
- 12 Niwattisaiwong S., Burman K.D., Li-Ng M. Iodine deficiency: Clinical implications // Cleve Clin J Med. 2017. V. 84. № 3. P. 236-244.
- 13 Bath S.C. The effect of iodine deficiency during pregnancy on child development // Proceedings of the Nutrition Society. 2019.
- 14 Salman F.M., Abu-Naser S.S. Thyroid Knowledge Based System. 2019.
- 15 Abusharaha A., Alturki A.A., Alanazi S.A., Fagehi R. et al. Assessment of tear-evaporation rate in thyroid-gland patients // Clinical Ophthalmology. 2019. V. 13. P. 131.

References

- 1 Antipova L.V. Evaluation of the potential of plant protein sources for food production. Food industry. 2013. no. 8. pp. 10-12. (in Russian).
- 2 Kazmin V.D. Diseases of the thyroid gland: Diagnostics, prevention, treatment. Rostov-on-don, Phoenix, 2002. 224 p. (in Russian).
- 3 Troshina E.A. Modern aspects of prevention and treatment of iodine deficiency diseases. Focus on risk groups. Medical Council. 2016. no. 3. pp. 82-85. (in Russian).
- 4 Waugh D.T. Fluoride exposure induces inhibition of sodium/iodide symporter (NIS) contributing to impaired iodine absorption and iodine deficiency: molecular mechanisms of inhibition and implications for public health. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019. vol. 16. no. 6. pp. 1086.
- 5 GOST 4232-74. Reagents. Potassium iodide. Technical conditions. Moscow, Standartinform, 2006. (in Russian).
- 6 Antipova L.V., Tolpygina I.N., Martemyanova L.E. Texturates of vegetable proteins for food production. Food industry. 2014. no. 2. pp. 20-23. (in Russian).
- 7 Korotkova A.A., Gorlov I.F. Technology for enriching dairy products for baby food with bioavailable forms of iodine and selenium. News of higher educational institutions. Food technology. 2012. no. 5/6. pp. 40-43. (in Russian).
- 8 Platonova N.M. Iodine deficiency: current state of the problem. CAT. 2015. no. 1. pp. 12-21. (in Russian).
- 9 Gerasimov G.A. On new recommendations of who and UNICEF on proflactics of iodine-deficient diseases. CAT. 2008. no. 1. pp. 2-7. (in Russian).
- 10 McClements D.J. Development of next-generation nutritionally fortified plant-based milk substitutes: Structural design principles. Foods. 2020. vol. 9. no. 4. pp. 421.
- 11 Jeske S. et al. Formation, stability, and sensory characteristics of a lentil-based milk substitute as affected by homogenisation and pasteurization. European Food Research and Technology. 2019. vol. 245. no. 7. pp. 1519-1531.
- 12 Niwattisaiwong S., Burman K.D., Li-Ng M. Iodine deficiency: Clinical implications. Cleve Clin J Med. 2017. vol. 84. no. 3. pp. 236-244.
- 13 Bath S.C. The effect of iodine deficiency during pregnancy on child development. Proceedings of the Nutrition Society. 2019.
- 14 Salman F.M., Abu-Naser S.S. Thyroid Knowledge Based System. 2019.
- 15 Abusharaha A., Alturki A.A., Alanazi S.A., Fagehi R. et al. Assessment of tear-evaporation rate in thyroid-gland patients. Clinical Ophthalmology. 2019. vol. 13. pp. 131.

Сведения об авторах

Людмила В. Антипова д.т.н., кафедра технологии продуктов питания животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, antipova.l54@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1416-0297>

Алексей О. Дарьин аспирант, кафедра технологии продуктов питания животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, darjin.aleksey@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5017-3861>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Lyudmila V. Antipova Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of food of animal origin department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, antipova.l54@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1416-0297>

Alexey O. Daryin postgraduate, technology of food of animal origin department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, darjin.aleksey@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5017-3861>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 08/08/2020	После редакции 17/08/2020	Принята в печать 26/08/2020
Received 08/08/2020	Accepted in revised 17/08/2020	Accepted 26/08/2020

Разработка технологии напитков типа «Шорли» с коллагеном

Инна В. Новикова	¹	Noviv@list.ru	 0000-0002-2360-5892
Людмила В. Антипова	¹	antipova.l54@yandex.ru	 0000-0002-4826-8546
Татьяна И. Романюк	¹	tafursova@yandex.ru	 0000-0001-8813-9901
Оксана А. Бовва	¹	oksanabovva@gmail.com	
Михаил С. Кудряшов	¹	am.homzz@mail.ru	

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

Аннотация. Применение коллагена в производстве продуктов питания набирает все большую популярность. Так как он имеет нейтральный вкус и запах, он может добавляться и в напитки. Напитки на основе минеральных вод природного происхождения – напитки типа «Шорли» – активно развивающийся сегмент пивобезалкогольной отрасли. В их состав входит различное плодово-ягодное сырье. В работе проведено обоснование компонентного состава и рецептуры напитков на основе растворимого коллагена рыбного происхождения. Использовали гидрат коллагеновых белков из кожи толстолобика в виде 2% дисперсии, три вида питьевой минеральной воды: «Славяновская», «Ессентуки 4» и «Нарзан». В качестве плодово-ягодного сырья были выбраны соки малины, вишни и черной смородины, обладающие ценными биологическими свойствами благодаря высокому содержанию в них витаминов, макро- и микроэлементов, флавоноидов и других ценных компонентов. Полученные образцы напитков обладают хорошими физико-химическими показателями. Опытные образцы напитков с добавлением минеральной воды «Славяновская» и «Нарзан» отличались гармоничным вкусом соответствующего сока без привкуса и запаха рыбьего коллагена. Для образцов безалкогольных напитков проявлялись освежающие и жаждоутоляющие свойства. Для напитков, полученных с применением воды «Ессентуки №4» наблюдали солоноватый привкус, поэтому при приготовлении напитков типа «Шорли» этот тип воды использовать не рекомендуется. Результаты анализа напитков в течении срока хранения подтверждают стабильности показателей испытываемых образцов, что позволило выявить срок хранения напитков 6 месяцев при условиях хранения: температура 12±2 °С и относительная влажность воздуха 70±5%. Разработанные рецептуры и результаты анализа характеристик напитков позволяют рекомендовать их для удовлетворения потребительского спроса для профилактики, поддержания коррекции физиологических состояний организма.

Ключевые слова: коллаген, безалкогольный напиток, белок, минеральные воды, плодово-ягодное сырье

Development of technology for "Shorley" type beverages with collagen

Inna V. Novikova	¹	Noviv@list.ru	 0000-0002-2360-5892
Ludmila V. Antipova	¹	antipova.l54@yandex.ru	 0000-0002-4826-8546
Tatiana I. Romanyuk	¹	tafursova@yandex.ru	 0000-0001-8813-9901
Oksana A. Bovva	¹	oksanabovva@gmail.com	
Mikhail S. Kudryashov	¹	am.homzz@mail.ru	Место для ввода текста.

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

Abstract. The use of collagen in food industry is becoming increasingly popular. It has a neutral taste and smell, so it can be added to drinks. Drinks based on natural mineral waters - "Shorley" type drinks are an actively developing segment of the beer and alcohol industry. They contain various fruit and berry raw materials. The paper substantiates the component composition and formulation of beverages based on soluble collagen of fish origin. We used the hydrate of collagen proteins from the skin of the carp in the form of 2% dispersion. Three types of mineral water were used: "Slavyanovskaya", "Essentuki 4" and "Narzan". Raspberry, cherry and black currant juices were selected as fruit and berry raw materials. They have valuable biologically active properties due to their high content of vitamins, macro-and microelements, flavonoids and other valuable components. The obtained samples of beverages have good physical and chemical characteristics. Experimental samples of drinks with the addition of mineral water "Slavyanovskaya" and "Narzan" were distinguished by the harmonious taste of the corresponding juice without the taste and smell of fish collagen. For samples of soft drinks, refreshing and thirst-quenching properties were shown. A salty taste was observed for drinks obtained with the use of "Essentuki No. 4" water. Therefore, in the preparation of beverages such as "Shorley" this type of water is not recommended. The results of the analysis of beverages during the shelf life confirm the stability of the indicators of the tested samples. The shelf life of beverages was 6 months under storage conditions: temperature 12±2 °C and relative humidity 70±5%. The developed recipes and the results of the analysis of the characteristics of beverages allow us to recommend them to meet consumer demand for the prevention, maintenance and correction of physiological conditions of the body.

Keywords: collagen, soft drink, protein, mineral water, fruit and berry raw materials

Для цитирования

Новикова И.В., Антипова Л.В., Романюк Т.И., Бовва О.А., Кудряшов М.С. Разработка технологии напитков типа «Шорли» с коллагеном // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 50–57. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-50-57

For citation

Novikova I.V., Antipova L.V., Romanyuk T.I., Bovva O.A., Kudryashov M.S. Development of technology for "Shorley" type beverages with collagen. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 50–57. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-50-57

Введение

Значение напитков в питании и формировании здоровья человека велико. Большую популярность в последнее время у широкого круга потребителей заслужили напитки с использованием растительного сырья – источника витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон.

Все большую популярность набирает применение коллагена в производстве продуктов питания функционального назначения, разнообразных БАДов для спортивного, профилактического и повседневного употребления. Поскольку коллаген имеет нейтральный вкус и запах, он может добавляться и в напитки [1, 2]. Полезные свойства коллагена обусловлены тем, что он относится к соединительным белкам, которые в пищеварении выполняют функцию, аналогичную пищевым волокнам, а, следовательно, способствует улучшению функционирования желудочно-кишечного тракта. Высокая активность коллагена животных тканей к заживлению ран, способность к адсорбции химических соединений, включая витамины, антибиотики, ароматические компоненты, открывает широкие перспективы создания напитков специализированного и функционального назначения на основе растворимых форм коллагена [6, 7]. Растворимые формы коллагена возможно получить из сырья рыбного происхождения при тщательном подборе и научном обосновании технологических режимов. В этом случае жидкие коллагеновые дисперсии отличаются более простой пространственной структурой и способны к растворению в нативном виде [8, 9], обладают нейтральным запахом и вкусом, прекрасно совмещаются с пищевыми ингредиентами и практически полностью перевариваются и усваиваются в желудочно-кишечном тракте человека.

В наши дни напитки с коллагеном – еще одна тенденция на мировом рынке. Выпускаются такие продукты, как «Коллаген и соевые бобы», «Коллаген с какао», «Коллаген с капучино», энергетические напитки на основе коллагена, способствующие стимулированию производства жировой ткани организмом [10, 11]. Malaysia Dairy Industries (MDI) добавила коллаген в свой питательный пробиотический напиток (Soo и Тан, 2009), содержащий пребиотическую клетчатку и витамин С [12]. Витамин С добавлялся в напиток как антиоксидант и жизненно важный кофермент в биосинтезе коллагена [13].

Сок малины благодаря большому содержанию витаминов (β -каротин, тиамин, рибофлавин, ниацин, пантотеновая, фолиевая, аскорбиновая кислоты, токоферол, филлохинон, флавоноиды, холин) и микроэлементов (К, Р, Са, Na, Mg, Fe, Se, Mn, Zn, Cu) снимает воспаление в суставах, укрепляет сердечную мышцу, очищает сосуды от холестериновых бляшек, нормализует артериальное давление, очищает кишечник от шлаков, токсинов и ядов, облегчает течение климакса у женщин, улучшает настроение, укрепляет нервную систему, снимает симптомы стресса, улучшает работу головного мозга, усиливает память, нормализует работу поджелудочной железы и поддерживает баланс сахара в крови, улучшает работу репродуктивных органов, предотвращает риск мужского бесплодия и повышает фертильность, систематическое употребление малины способствует укреплению иммунитета, а также снижению риска атеросклероза и раковых образований [4].

Сок вишни содержит антиоксиданты: витамины А, Е, С, антоцианы, лимонен, перилловый спирт, эллаговую кислоту; микроэлементы (Cu, Fe, Mg, K, Na), фруктовые кислоты, которые стимулируют работу пищеварительной системы. Его применяют для лечения гастритов с пониженной кислотностью и заболеваний, связанных с застоем желчи. Вишневый сок – природный антибиотик, помогающий быстрее восстанавливаться при дизентерии и ангине. Благодаря высокой концентрации витамина Р напиток используют для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Вишневый сок при регулярном приеме замедляет окислительные процессы в организме; используется в диетическом и лечебном питании при разных заболеваниях – от сердечно-сосудистых до болезней суставов; способствует быстрому восстановлению после умственных и физических нагрузок; помогает выводить «плохой» холестерин; людям пожилого возраста позволяет сохранить здоровье и умственные способности. Натуральный сок вишни успокаивает нервы, улучшает кровообращение, предотвращает судороги и мышечные спазмы. При малокровии благодаря высокому содержанию железа напиток стимулирует выработку красных кровяных клеток, насыщенных гемоглобином [4].

Сок черной смородины содержит витамины, в том числе РР и К, Е, органические кислоты, сахара – глюкозу и фруктозу, пектиновые вещества, флавоноиды, микроэлементы, дубильные

вещества. Смородина содержит вещества, принимающие участие в синтезе коллагена. Смородина содержит большое количество калия, гамма-линоленовой кислоты, антоцианов и клетчатки, они вызывают синтез оксида азота, который расслабляет гладкую мускулатуру стенок артерий и снижает артериальное давление. Ягоды можно использовать как для профилактики раннего развития, так и для облегчения течения гипертонии (совместно с антигипертензивными препаратами). Также чёрная смородина положительно отражается на липидном профиле. На фоне употребления наблюдается снижение общего холестерина, а также его атерогенных фракций. В результате обеспечивается профилактика образования атеросклеротических бляшек и развития таких заболеваний, как: ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, хроническая ишемия мозга. Однако из-за значительного количества витамина К сок смородины имеет противопоказания при тромбозе и повышенной склонности к образованию тромбов [4].

Напитки на основе природных минеральных вод представляют одну из основных тенденций развития рынка безалкогольных напитков, так как способствуют обогащению организма биологически активными веществами, макро- и микроэлементами [3]. Европейские страны интенсивно разрабатывают технологии продукции с определёнными свойствами, в состав которых входят минеральные воды, растительное плодово-ягодное и другое сырьё, в частности напитки типа «Шорли». В России некоторые предприятия также начинают вести свои разработки технологий напитков на основе питьевых минеральных вод с использованием не только соков, но и других компонентов [13, 14].

В производстве безалкогольных напитков вода является основным сырьём. Ее ионный состав оказывает большое влияние на формирование органолептических показателей готового продукта. Различные микро- и макроэлементы в составе минеральных вод, отвечающие за их особые свойства, при взаимодействии с растительными компонентами могут вступать в реакции с ними, иногда необратимые. Благодаря наличию в минеральной воде кальция, магния, марганца, калия, фтора, меди, цинка, молибдена, селена повышается усвояемость витаминов [15]. Потребление напитка способствует повышению тонуса, выносливости, устойчивости к воздействию неблагоприятных

экологических условий, простудным и инфекционным заболеваниям [16]. В зависимости от количества фитодобавки на основе столовых природных вод можно производить различные виды напитков [17].

Один из примеров безалкогольного напитка на плодово-ягодном сырьё – фруктовый Шорли – сочетание природной минеральной воды и около 55% фруктового сока из яблок, вишни и бузины [18]. Различные Шорли можно получать смешиванием яблочного сока с другими плодами. Шорли хорошо утоляет жажду в отличие от соков и сладких газированных напитков, содержит минимальное количество калорий, что делает его очень привлекательным для людей, следящих за массой тела. Шорли от «Нарзана» выпускается четырех видов: «Яблочный», «Грейпфрут – Лимон», «Гранат», «Марокканский апельсин». Разработан также шорли на основе минеральной воды «Карачинская» с добавлением 7% натурального яблочного сока. Соли минеральной воды создают полноту и стабильность вкуса напитка, что обеспечивается постоянством физических свойств минеральной воды.

Цель работы – обоснование компонентного состава и рецептур напитков на основе растворимого коллагена рыбного происхождения.

Материалы и методы

Объектами исследований являлись: дисперсия рыбьего коллагена (ТУ 10.20.42–002–02068108–2020), сок вишни, малины и черной смородины (ГОСТ 18192–72), сахар белый (ГОСТ 33222–2015), аскорбиновая кислота (ООО «Озон»), минеральная вода «Славяновская» (ГОСТ Р 54316–2011), «Ессентуки № 4» (ТУ 9185–001–50243825–03), «Нарзан» (ГОСТ Р 54316–2011).

Исследования проводились с использованием стандартных методов, принятых в пивобезалкогольной отрасли. Кислотность определяли титриметрически. Массовую долю сухих веществ в соках и напитках определяли рефрактометрическим методом. Содержание сахара в напитках определяли по ГОСТ 8756.13–87. Микробиологические показатели определяли по ГОСТ 30712. Органолептическую оценку проводили в соответствии с ГОСТ 6687.5–86.

Результаты и обсуждение

Использовали гидрат коллагеновых белков из кожи толстолобика в виде дисперсии. Органолептические и физико-химические показатели коллагеновой субстанции представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Органолептические и физико-химические
показатели субстанции коллагеновой 2%

Table 1.

Organoleptic and physico-chemical parameters of
the collagen 2% substance

Показатель Parameter	Характеристика и норма Characteristic and norm
Внешний вид Appearance	Прозрачный раствор Clear solution
Цвет Color	От белого до светло-желтого From white to light yellow
Запах Smell	Слабовыраженный, характерный для данного вида сырья Weakly expressed, characteristic of this type of raw material
Вкус Taste	Характерный для данного вида продукта. Без постороннего привкуса Typical for this type of product. Without foreign taste
pH	6
Массовая доля зола, %, не более Mass fraction of ash, %, max	2
Посторонние примеси Foreign matter	Не допускаются Prevent
Динамическая вязкость, МПа×с, не менее Dynamic viscosity, MPa×s, not less	12

Таблица 2.

Основные ионы и другие компоненты
используемых минеральных вод (мг/дм³)

Table 2.

Basic ions and other components of mineral
waters used (mg / dm³)

Состав Composition	«Славяновская» “Slavyanovskaya”	«Ессентуки № 4» “Essentuki № 4”	«Нарзан» “Narzan”
Гидрокарбонаты Hydrocarbonates	1200–1500	3400–4800	1000– 1500
Сульфаты Sulfates	800–1000	<25	250–500
Хлориды Chlorides	250–350	1300–1900	50–150
Ca	250–350	<150	200–400
Mg	<50	<100	50–120
Na + K	600–800	2000–3000	100–500
Борная кислота Boric acid	-	30–60	-
Общая минерализация General mineralization	3000–4000	7000–10000	2000– 3000

В работе использовали три вида питьевой природной лечебно-столовой минеральной воды: сульфатно-гидрокарбонатную кальциево-натриевую низкой минерализации «Славяновская», хлоридно-гидрокарбонатную натриевую, борную (соляно-щелочную) средней минерализации «Ессентуки № 4» и сульфатно-гидрокарбонатную натриево-магниевую-кальциевую «Нарзан». Их характеристика представлена в таблице 2.

При органолептической оценке минеральной воды «Ессентуки № 4» отмечено ощущение солоноватого вкуса, что учитывали при моделировании безалкогольных напитков с использованием этой воды. В качестве вкусовых компонентов применяли сахарный сироп с массовой долей сухих веществ 65%, аскорбиновую кислоту в виде раствора с массовой долей сухих веществ 50%, концентрированные соки черной смородины, вишни и малины. Аскорбиновую кислоту вносили как консервант, антиоксидант и необходимый компонент биосинтеза нового коллагена в человеческом организме. При определении количества вносимой аскорбиновой кислоты учитывали ее содержание в соответствующем соке.

Расход сырья на образцы коллагенсодержащих напитков представлены в таблице 3.

Физико-химические показатели полученных напитков представлены в таблице 4.

Как видно из таблицы 4, все полученные образцы напитков обладают хорошими физико-химическими показателями.

Органолептические показатели полученных напитков представлены в таблице 5.

Во всех опытных образцах напитков с добавлением минеральной воды «Славяновская» и «Нарзан» отмечали полный гармоничный вкус соответствующего сока. Привкуса и запаха рыбьего коллагена не обнаружено. Для опытных образцов безалкогольных напитков проявлялись освежающие и жаждоутоляющие свойства. Для напитков, полученных с применением воды «Ессентуки № 4» наблюдали солоноватый привкус, обусловленный химическим составом данной минеральной воды. Данный вид воды не рекомендуется к дальнейшему использованию в приготовлении напитков типа «Шорли».

Таблица 3.

Расход сырья на образцы коллагенсодержащих напитков

Table 3.

Raw material consumption for samples collagen-containing beverages

Сырье Raw	CB, % DM, %	Расход сырья на 100 дал напитка, кг Raw material consumption per 100 dal of beverage, kg								
		«Славяновская» “Slavyanovskaya”			«Ессентуки № 4» “Yessentuki No. 4”			«Нарзан» “Narzan”		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Сок вишни Cherry juice	15,0	100,0	–	–	100,0	–	–	100,0	–	–
Сок черной смородины Black currant juice	15,0	–	100,0	–	–	100,0	–	–	100,0	–
Сок малины Raspberry juice	15,0	–	–	100,0	–	–	100,0	–	–	100,0
Коллагеновая дисперсия Collagen dispersion	3,1	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0
Сахарный сироп Sugarsyrup	65,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
Аскорбиновая кислота Ascorbic acid	50,0	0,100	0,075	0,080	0,100	0,075	0,080	0,100	0,075	0,080
Вода минеральная Mineral water	–	До объёма 100 дал Up to a volume of 100 dal								

Таблица 4.

Физико-химические показатели качества напитков типа «Шорли»

Table 4.

Physical and chemical indicators quality of beverages such as Shorley

Напиток с мин. водой Drink with mineral water	CB, % DM, %	Содержание сахаров, г/100 см ³ Sugar content, g/100 ml	Титруемая кислотность, град Titratable acidity, deg	pH
«Нарзан» “Narzan”				
Вишня Cherry	11,8	10,3	2,4	5,2
Малина Raspberry	10,4	9,2	2,0	5,4
Смородина Currant	10,4	8,9	3,0	5,0
«Ессентуки 4» “Yessentuki No. 4”				
Вишня Cherry	11,8	10,3	2,0	5,5
Малина Raspberry	10,4	9,2	1,8	5,6
Смородина Currant	10,4	8,9	2,8	5,2
«Славяновская» “Slavyanovskaya”				
Вишня Cherry	11,8	10,3	2,2	5,2
Малина Raspberry	10,4	9,2	1,9	5,4
Смородина Currant	10,4	8,9	2,9	5,1

Таблица 5.

Органолептические показатели коллагенсодержащих напитков на основе минеральной воды «Славяновская» и «Нарзан»

Table 5.

Organoleptic parameters of collagen-containing beverages based on “Slavyanovskaya” and “Narzan” mineral water

Показатель Parameter	Характеристика напитка Description beverage
Внешний вид, консистенция Appearance, consistency	Непрозрачная вязкая жидкость Opaque viscous liquid
Цвет, вкус, аромат Color, taste, smell	Соответствующий вносимому соку To the introduced juice
Пенообразование Foaming	Наблюдается вспенивание, пенообразование имеет не стабильный характер, в течение 4–5 с пропадает Foaming is Observed, foaming is unstable, disappears within 4–5 second

Определяли сроки годности напитков, для чего их помещали на хранение при температуре 10 ± 2 °C, относительной влажности воздуха $70 \pm 5\%$, в потребительской герметичной упаковке на 6 месяцев. Каждые 2 месяца исследовали физико-химические, микробиологические

и органолептические показатели [5]. Показатели микробиологической безопасности по СанПиН 2.3.2.1078–01 и ТР ТС 021/2011 всех образцов разработанных напитков по истечении срока хранения не превышали установленных норм (таблица 6).

Таблица 6.

Микробиологические исследования безалкогольных напитков

Table 6.

Microbiological studies of soft drinks

Показатель Indicator	Объем, в котором не допускается наличие, см ³ The volume in which the presence is not allowed, cm ³	Значение Value
КМАФАнМ, КОЕ Colony-forming unit	–	Не обнаружено Not detected
БГКП Coliform bacterias	100	
Сальмонеллы в 25 см ³ Salmonella in 25 ml	100	
Дрожжи, КОЕ/г, не более Yeast, colony forming unit/g ≤	15	
Плесени, КОЕ/г, не более Mold, colony forming unit ≤	15	

Результаты анализа напитков в течение срока хранения подтверждают стабильности показателей испытуемых образцов, что позволило выявить срок хранения напитков 6 месяцев при условиях хранения: температура 12 ± 2 °C и относительная влажность воздуха $70 \pm 5\%$.

Разработанные безалкогольные напитки содержат 100 мг аскорбиновой кислоты в 200 см³ напитка и при условии его однократного употребления в день удовлетворяет на 90% суточную потребность в витамине С, что позволяет отнести полученные продукты к функциональным.

Заключение

Разработанные рецептуры и результаты анализа комплекса характеристик напитков из различных ассортиментных линеек позволяют рекомендовать их для удовлетворения потребительского спроса для профилактики, поддержания и коррекции физиологических состояний организма. Полученные напитки позволяют расширить ассортимент существующих безалкогольных напитков для различных рационов питания.

Литература

- 1 Антипова Л.В., Сторублевцев С.А., Гетманова А.А. Коллагенсодержащие напитки для функционального питания // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 97–103. doi:10.20914/2310-1202-2018-3-97-103
- 2 Батечко С.А., Ледзевиров А.М. Коллаген. Новая стратегия сохранения здоровья и продления молодости. Колечково, 2010. 244 с.
- 3 Севостьянова Е.М., Филонова Г.М., Соболева О.В., Головина Т.А. и др. Безалкогольные напитки с использованием минеральных вод – фактор насыщения потребителского рынка напитками здоровья // Пиво и напитки. 2013. № 5. С. 6–9.
- 4 Baby B., Antony P., Vijayan R. Antioxidant and anticancer properties of berries // Critical reviews in food science and nutrition. 2018. V. 58. № 15. P. 2491-2507.
- 5 Новикова И.В., Коротких Е.А., Агафонов Г.В. и др. Микробиологические аспекты технологии напитков на основе порошкообразных солодовых экстрактов // Вестник ВГУИТ. 2014 № 4. С. 135–141.
- 6 Chen J., Gao K., Liu S., Wang S. et al. Fish collagen surgical compress repairing characteristics on wound healing process in vivo // Marine drugs. 2019. V. 17. № 1. P. 33.
- 7 Davison-Kotler E., Marshall W.S., García-Gareta E. Sources of collagen for biomaterials in skin wound healing // Bioengineering. 2019. V. 6. № 3. P. 56.
- 8 Lim Y.S., Ok Y.J., Hwang S.Y., Kwak J.Y. et al. Marine collagen as a promising biomaterial for biomedical applications // Marine drugs. 2019. V. 17. № 8. P. 467.
- 9 Soroushanova A., Delgado L.M., Wu Z., Shologu N. et al. The collagen suprafamily: from biosynthesis to advanced biomaterial development // Advanced materials. 2019. V. 31(1). P. 1801651.
- 10 Sen D., Kahveci D. Production of a Protein Concentrate from Hazelnut Meal Obtained as a Hazelnut Oil Industry By-Product and Its Application in a Functional Beverage // Waste and Biomass Valorization. 2020. P. 1–9.
- 11 Nedele A.K., Gross S., Rigling M., Zhang Y. Reduction of green off-flavor compounds: Comparison of key odorants during fermentation of soy drink with *Lycoperdon pyriforme* // Food Chemistry. 2020. P. 127591.
- 12 Lotfian F., Karami M., Moeini S. Functional protein beverage with milk and egg white: physical properties, formulation, protein contents and amino acids components // Journal of Food and Bioprocess Engineering. 2019. V. 3. № 1. P. 55–60.
- 13 Gushcha S., Nasibullin B., Zukow W., Balashova I. et al. Influence of mineral water of well No. 3 of Semyanivka village of Poltava district of Poltava region (Ukraine) on the structural and functional state of the kidneys with experimental nephritis // Journal of Education, Health and Sport. 2019. V. 9. № 11. P. 120–130.
- 14 Di Carlo C., Lepore L., Venoso G., Ampollini M. et al. Radon concentration in self-bottled mineral spring waters as a possible public health issue // Scientific reports. 2019. V. 9. № 1. P. 1–7.
- 15 Rustamov M.N. Effect of drinking mineral water on endocrine regulation of the gastroduodenal system in patients with hyperacid syndrome // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. 2019. № 2. P. 57–57.2.
- 16 Tavassolizadeh M., Hasanpour K., Nazarzadeh M., Mahdian D. et al. The effect of acidic beverage versus mineral water on the change in serum phenobarbital concentrations: a randomized clinical trial on children with seizure // International Journal of Neuroscience. 2020. P. 1–4.

17 Chau N.D., Tomaszewska B. Mineral and bottled water as natural beverages // *Bottled and Packaged Water*. Woodhead Publishing, 2019. P. 1–38.

References

- 1 Antipova L.V., Storublevtsev S.A., Getmanova A.A. Collagen drinks for functional nutrition. *Proceedings of VSUET*. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 97–103. doi:10.20914/2310-1202-2018-3-97-103. (in Russian).
- 2 Batechko S.A., A.M. Lezunerov Collagen. *Kollagen. A new strategy for maintaining health and extending youth*. Koleczkowo, 2010. 244 p. (in Russian).
- 3 Sevostyanova E.M., Filonova G.M., Soboleva O.V., Golovina T.A. et al. Soft drinks with the use of mineral waters – a factor of saturation of the consumer market with health drinks. *Beer and drinks*. 2013. no. 5. pp. 6–9. (in Russian).
- 4 Baby B., Antony P., Vijayan R. Antioxidant and anticancer properties of berries. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2018. vol. 58. no. 15. pp. 2491-2507.
- 5 Novikova I.V., Korotkikh E.A., Agafonov G.V. et al. Microbiological aspects of beverage technology based on powdered malt extracts. *Proceedings of VSUET*. 2014. no. 4. pp. 135–141. (in Russian).
- 6 Chen J., Gao K., Liu S., Wang S. et al. Fish collagen surgical compress repairing characteristics on wound healing process in vivo. *Marine drugs*. 2019. vol. 17. no. 1. pp. 33.
- 7 Davison-Kotler E., Marshall W.S., Garcia-Gareta E. Sources of collagen for biomaterials in skin wound healing. *Bioengineering*. 2019. vol. 6. no. 3. pp. 56.
- 8 Lim Y.S., Ok Y.J., Hwang S.Y., Kwak J.Y. et al. Marine collagen as a promising biomaterial for biomedical applications. *Marine drugs*. 2019. vol. 17. no. 8. pp. 467.
- 9 Soroushanova A., Delgado L.M., Wu Z., Shologu N. et al. The collagen suprafamily: from biosynthesis to advanced biomaterial development. *Advanced materials*. 2019. vol. 31(1). pp. 1801651.
- 10 Sen D., Kahveci D. Production of a Protein Concentrate from Hazelnut Meal Obtained as a Hazelnut Oil Industry By-Product and Its Application in a Functional Beverage. *Waste and Biomass Valorization*. 2020. pp. 1–9.
- 11 Nedele A.K., Gross S., Rigling M., Zhang Y. Reduction of green off-flavor compounds: Comparison of key odorants during fermentation of soy drink with Lycoperdon pyriforme. *Food Chemistry*. 2020. pp. 127591.
- 12 Lotfian F., Karami M., Moeini S. Functional protein beverage with milk and egg white: physical properties, formulation, protein contents and amino acids components. *Journal of Food and Bioprocess Engineering*. 2019. vol. 3. no. 1. pp. 55–60.
- 13 Gushcha S., Nasibullin B., Zukow W., Balashova I. et al. Influence of mineral water of well No. 3 of Semyanivka village of Poltava district of Poltava region (Ukraine) on the structural and functional state of the kidneys with experimental nephritis. *Journal of Education, Health and Sport*. 2019. vol. 9. no. 11. pp. 120–130.
- 14 Di Carlo C., Lepore L., Venoso G., Ampollini M. et al. Radon concentration in self-bottled mineral spring waters as a possible public health issue. *Scientific reports*. 2019. vol. 9. no. 1. pp. 1–7.
- 15 Rustamov M.N. Effect of drinking mineral water on endocrine regulation of the gastroduodenal system in patients with hyperacid syndrome. *Gastroenterology of St. Petersburg*. 2019. no. 2. pp. 57–57.2.
- 16 Tavasolizadeh M., Hasanpour K., Nazarzadeh M., Mahdian D. et al. The effect of acidic beverage versus mineral water on the change in serum phenobarbital concentrations: a randomized clinical trial on children with seizure. *International Journal of Neuroscience*. 2020. pp. 1–4.
- 17 Chau N.D., Tomaszewska B. Mineral and bottled water as natural beverages. *Bottled and Packaged Water*. Woodhead Publishing, 2019. pp. 1–38.

Сведения об авторах

Инна В. Новикова д.т.н., профессор, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Noviv@list.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2360-5892>

Людмила В. Антипова д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, antipova.l54@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4826-8546>

Татьяна И. Романюк к.т.н., доцент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tafursova@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8813-9901>

Оксана А. Бовва студент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, oksanabovva@gmail.com

Михаил С. Кудряшов студент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, am.homzz@mail.ru

Information about authors

Inna V. Novikova Dr. Sci. (Engin.), professor, fermentation and sugar production technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Noviv@list.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2360-5892>

Ludmila V. Antipova Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of animal products department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, antipova.l54@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4826-8546>

Tatiana I. Romanyuk Cand. Sci. (Engin.), associate professor, fermentation and sugar production technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tafursova@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8813-9901>

Oksana A. Bovva student, fermentation and sugar production technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, oksanabovva@gmail.com

Mikhail S. Kudryashov student, fermentation and sugar production technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, am.homzz@mail.ru

Вклад авторов

Инна В. Новикова консультация в ходе исследования
Людмила В. Антипова обзор литературных источников по исследуемой проблеме
Татьяна И. Романюк провела эксперимент, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Оксана А. Бовва провела эксперимент
Михаил С. Кудряшов выполнил расчёты

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

Inna V. Novikova consultation during the study
Ludmila V. Antipova review of the literature on an investigated problem,
Tatiana I. Romanyuk conducted an experiment, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism consultation during the study
Oksana A. Bovva conducted an experiment
Mikhail S. Kudryashov performed computations

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 07/08/2020	После редакции 15/08/2020	Принята в печать 24/08/2020
Received 07/08/2020	Accepted in revised 15/08/2020	Accepted 24/08/2020

Применение комплексной радиационно-холодильной технологии для антисептирования и сохранения качества шампиньонов

Наталия С. Шишкина ¹	vnikopholod@mail.ru	 0000-0001-5218-2430
Ольга В. Карастоянова ¹	okarastoyanova@mail.ru	 0000-0001-7247-7519
Наталья И. Федянина ¹	shatalova@vniitek.ru	 0000-0002-1665-5445
Надежда В. Коровкина ¹	corowkinanadya@ya.ru	 0000-0002-4108-5835

1 ВНИИ технологии консервирования – филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН ул. Школьная, 78, г. Видное, Московская область, 142703, Россия

Аннотация. Применение эффективных физических методов обработки для сохранения пищевой и сельскохозяйственной продукции с каждым годом набирает все большую популярность. В данной статье представлена комплексная технология, включающая обработку ускоренными электронами дозами 1–3 кГр при энергии пучка 5 МэВ. Исследована эффективность применения обработки ускоренными электронами и модифицирования состава газовой среды для оптимизации технологии холодильного хранения грибов шампиньонов. Установлены параметры технологии, обеспечивающие микробиологическую безопасность и сохранение потребительских качеств грибов в условиях производства. Обработка ускоренными электронами дозами 1–3 кГр в комплексе с охлаждением и модифицированием состава газовой среды способствует задержке прохождения процессов послеуборочного созревания и приводит к увеличению продолжительности хранения грибов до 20 суток (контроль 10–14 суток). Модифицирование состава газовой среды обеспечивалось за счет избирательной газопроницаемости применяемого упаковочного материала (полипропилен, полиэтилен, биаксиально-ориентированный полипропилен) и дыхания сырья. В зависимости от целевого назначения продукции – реализации в свежем виде или дальнейшей переработки (сушка, заморозка и др.), рассматриваемая технология за счет дифференцированного выбора технологических параметров хранения и обработки позволяет направленно регулировать изменения органолептических, физико-химических и микробиологических показателей качества грибов. Упаковки из биаксиально-ориентированного полипропилена и полипропилена следует использовать для грибов с целью переработки, за счет наилучшего сохранения структуры растительной ткани, в результате замедления процессов созревания и отдаления сроков старения и порчи, для реализации грибов в свежем виде наиболее эффективно использование упаковок из полиэтилена.

Ключевые слова: облучение шампиньонов, ускоренные электроны, выбор упаковки, качество, безопасность

Application of complex radiation and refrigeration technology for antiseptic treatment and preservation of the quality of mushrooms

Natalia S. Shishkina ¹	vnikopholod@mail.ru	 0000-0001-5218-2430
Olga V. Karastoyanova ¹	okarastoyanova@mail.ru	 0000-0001-7247-7519
Natalya I. Fedyanina ¹	shatalova@vniitek.ru	 0000-0002-1665-5445
Nadezhda V. Korovkina ¹	corowkinanadya@ya.ru	 0000-0002-4108-5835

1 Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, st. School, 78, Vidnoye, Moscow Region, 142703, Russia

Abstract. The use of effective physical processing methods to preserve food and agricultural products is gaining more and more popularity every year. This article presents a complex technology, including processing by accelerated electrons with doses of 1–3 kGy at a beam energy of 5 MeV. The efficiency of application of processing with accelerated electrons and modification of the composition of the gaseous medium for optimization of the technology of refrigerated storage of champignon mushrooms has been investigated. The technology parameters have been established to ensure microbiological safety and preservation of the consumer qualities of mushrooms under production conditions. The treatment with accelerated electrons at doses of 1–3 kGy in combination with cooling and modification of the composition of the gaseous medium delayed the postharvest maturation processes and led to an increase in the storage time of mushrooms up to 20 days (control 10–14 days). The modification of the composition of the gaseous medium was ensured by the selective gas permeability of the used packaging material (polypropylene, polyethylene, biaxially oriented polypropylene) and the respiration of the raw material. Depending on the intended purpose of the product – fresh sale or further processing (drying, freezing, etc.), the technology under consideration, due to the differentiated choice of technological parameters of storage and processing, allows to control changes in organoleptic, physicochemical and microbiological indicators of the quality of mushrooms in a targeted manner. Packaging made of biaxially oriented polypropylene and polypropylene should be used for mushrooms for processing, due to the best preservation of the structure of plant tissue, as a result of slowing down the ripening processes and delaying aging and spoilage, for the sale of fresh mushrooms, it is most effective to use polyethylene packaging.

Keywords: irradiation of champignons, accelerated electrons, packaging selection criteria, choice of packaging, quality, safety

Для цитирования
Шишкина Н.С., Карастоянова О.В., Федянина Н.И., Коровкина Н.В. Применение комплексной радиационно-холодильной технологии для антисептирования и сохранения качества шампиньонов // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 58–64. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-58-64

For citation
Shishkina N.S., Karastoyanova O.V., Fedyanina N.I., Korovkina N.V. Application of complex radiation and refrigeration technology for antiseptic treatment and preservation of the quality of mushrooms. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 58–64. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-58-64

Введение

Жизнеобеспечение человечества тесно связано с уровнем функционирования сельскохозяйственного производства и пищевой отрасли.

От определения путей реализации прогрессивных технологий производства и хранения пищевой продукции зависит существование как сегодняшнего населения мира, так и всех грядущих поколений.

Прогнозируемые долгосрочные экологические изменения: вариации климата, температурные аномалии, засухи, ливни, наводнения, ураганы и др., ведут к снижению урожайности культур, исчезновению ряда растений и животных (до 30–40%), к изменению состава газовой среды, снижению животноводческого производства и др. [1].

Существенные изменения ведут к глобальным мировым критическим ситуациям – загрязнение воздуха и воды, истощение земли, эпидемии заболеваний, пандемии и другим. Отмеченные кардинальные изменения, дополненные влиянием пандемии коронавируса текущего года, наглядно выявляют многие важные задачи для сохранения жизни человеческого сообщества на планете. Эти задачи многофункциональны, и все государства и каждый житель земли должен внести свой вклад в их реализацию. Так, сохранение пищевой и сельскохозяйственной продукции (в том числе растительной природы) в свежем или консервированном виде служит текущим и перспективным резервом населения мира сегодня и в будущем. Для осуществления поставленной задачи все большую популярность в агропромышленном комплексе приобретает применение эффективных физических методов обработки [2–6].

В мировой практике широко используется обработка пищевых продуктов ионизирующими излучениями в целях сохранения качественных показателей и повышения уровня микробиологической безопасности, продления сроков хранения, задержки процессов созревания и старения растительных тканей. Важным преимуществом ионизирующего излучения по сравнению с химической обработкой является его способность глубоко проникать в ткани обрабатываемого сырья, что позволяет контролировать загрязнение патогенными микроорганизмами как на поверхности, так и внутри сырья. Облучение также эффективно применяют для контроля вредителей при импорте и экспорте экзотических фруктов, овощей и другой растительной продукции [2–7].

Облучение является достаточно универсальным способом обработки сырья в потребительской или транспортной упаковке в сочетании с пониженными температурами при хранении.

Кодекс Алиментариус устанавливает, что источниками излучения для обработки пищевой продукции, в том числе фруктов, овощей и грибов могут быть использованы следующие виды ионизирующего излучения:

а) гамма-излучение от радионуклидов ^{60}Co или ^{137}Cs ;

б) рентгеновские лучи от искусственных источников с энергией меньшей или равной 5 МэВ;

в) поток ускоренных электронов от искусственного источника с энергией меньшей или равной 10 МэВ.

В результате фундаментальных и прикладных исследований в России и в других странах была установлена эффективность применения ионизирующих излучений в различных сферах: для предотвращения прорастания, сокращения потерь при хранении картофеля (ингибирование прорастания), фруктов, овощей и других различных пищевых продуктов для сокращения микробиологических потерь и др. Головные функции по координированию работ в области технологии радиационной обработки пищевых продуктов согласно приказу совета Министров СССР от 27 ноября 1956 года были поручены ВНИИКОП (ВНИИТеК) (Министерством пищевой промышленности СССР) при руководстве Комитета по науке и технике СССР.

Во ВНИИТеК был осуществлен большой комплекс работ по обоснованию и формированию технологии хранения фруктов и овощей с применением ионизирующих излучений [4, 5, 6].

Проведенными нами исследованиями изучена эффективность использования радиационной обработки для повышения микробиологической безопасности фруктов и овощей.

Экспериментально установлено, что при использовании обработки γ -лучами овощей при исходной обсемененности 10^1 – 10^3 КОЕ на 1 г количество жизнеспособных бактерий при облучении дозами 1–3 кГр сокращалось до 0,005–0,0004% от исходного содержания (морковь резаная, перец резаный и др.), а при более высоком уровне исходной обсемененности 10^7 – 10^8 КОЕ на 1 г остаточное количество жизнеспособных бактерий после 20 сут хранения сырья составляло: у моркови резаной 0,05%, у шпината 0,002%, у томатов 0,000005% от исходного. Данное явление отмечалось в соответствии с особенностями растительных объектов и спецификой микрофлоры. Выявлен высокий эффект ингибирования бактерий кишечной палочки. Существенное влияние отмечалось при воздействии ускоренных электронов на жизнедеятельность спор плесневых грибов и дрожжей [4].

Количество спор плесневых грибов сократилось за период 20 суток от исходного содержания у томатов до 0,34%, у перца сладкого 23%, у моркови резаной 3,3%, у моркови целой 1,3%.

На поверхности облучённых дозой 3 кГр овощей количество жизнеспособных дрожжей составляло от 1,4 до 85,0% от исходного (для резанных моркови и перца, томатов и др.) [4].

Для обработки плодоовощной продукции установлена возможность применения облучения дозами не выше 3 кГр, которые не являются стерилизующими и подавляют развитие микроорганизмов на краткосрочный период до 2–3 недель.

Радиационная обработка наряду с антисептированием продукции вызывает ряд неблагоприятных изменений – снижение устойчивости к патогенам, размягчение тканей продукции, изменение цветочных характеристик и др.

С целью сокращения неблагоприятных изменений нами разработана комплексная технология оптимизации хранения фруктов, овощей и грибов, которая включает: антисептическую обработку ускоренными электронами или γ -излучением, применение условий охлаждения и модифицированной газовой среды для задержки процессов созревания и старения тканей, а также сохранение более высокого уровня показателей пищевой ценности продукции.

Проведенные исследования позволили установить на большом ассортименте продукции (томаты, перец, морковь, свекла, ягоды, косточковые плоды, яблоки, листовые овощи и др.) высокую эффективность комплексной технологии. Применение технологии позволило сократить потери от микробиологической порчи и убыли массы в 3–5 раз, продлить сроки предреализационного хранения растительного сырья, а также увеличить продолжительность хранения сырья до переработки [4, 6].

Для расширения сфер освоения комплексной технологии существенную роль играет расширение ассортимента сохраняемой по новой технологии продукции.

В соответствии с выше отмеченными тенденциями климатических и других изменений, влияющих на выращивание сельскохозяйственной продукции, определяющее значение имеет совершенствование технологии и особенности производства растительной продукции закрытого грунта. Это позволяет избежать климатических неблагоприятных изменений, обеспечить направленное изменение плодородия почвы, обеспечить формирование устойчивого урожая и высокий уровень сохранности продукции на этапах хранения и транспортирования. Для расширения ассортимента облучаемой продукции нами проведены исследования

по разработке комплексной технологии хранения культивируемых грибов (шампиньонов).

Грибы отличаются высокой питательной ценностью, содержат повышенный уровень белка (19–35% сухого веса), включая девять незаменимых аминокислот, относительно большое количество углеводов (51–88% сухого веса) и клетчатки (4–20% сухого веса), малый уровень жиров, хотя грибы являются источником ненасыщенных жирных кислот, таких как олеиновая и линолевая. Они также содержат значительное количество минералов и витаминов, в основном тиамин, рибофлавин, аскорбиновую кислоту и витамин D2. Фактически, грибы являются растительным источником витамина D [8–11].

Наиболее популярными грибами являются шампиньоны (*Agaricus bisporus* и другие виды *Agaricus*), вешенки (*Pleurotus* spp.) и шиитаке (*Lentinus edodes*) [12]. Грибы являются одним из самых скоропортящихся продуктов и имеют тенденцию потери качества сразу после сбора урожая. Короткий срок хранения грибов (1–3 дня при температуре окружающей среды) является недостатком для распространения и сбыта свежего продукта [10, 11]. Данное явление обусловлено изменениями, происходящими после сбора урожая, такими как потемнение кожицы, раскрытие шляпки, удлинение ножки, потери веса и изменение текстуры, высокая интенсивность дыхания и др. [8, 13].

Благоприятное воздействие облучения на свежие грибы можно выразить в двух направлениях: в продлении срока хранения и в обеспечении их микробиологического качества.

Новизной проводимых работ является изучение комплексного воздействия радиационной обработки, модифицированной газовой среды и холодильного хранения на свежие грибы в целях предупреждения развития патогенной микрофлоры и сохранения качества исследуемого сырья.

Объекты и методы

В качестве объектов исследования использовали свежие шампиньоны (*Agaricus bisporus*). Грибы, полученные в день сбора, расфасованы в лотки из полипропилена в один слой и упакованы в пакеты из различных полимерных плёнок.

При изготовлении пакетов были использованы следующие полимерные материалы:

- полипропилен (PP) (толщина – 80 мкм; кислородопроницаемость – $1000\text{--}6000\text{ см}^3/\text{м}^2 \times 24\text{ часа} \times \text{бар}$ (23 °C); паропроницаемость – $8\text{--}13\text{ г}/\text{м}^2/24\text{ ч} \times \text{бар}$ (38 °C, отн. вл. 90%));
- полиэтилен (PE) (толщина – 7 мкм; кислородопроницаемость – $5 \times 10^{-13}\text{ м}^2 \times \text{Па}^{-1} \times \text{с}^{-1}$; паропроницаемость – $0,5\text{--}5\text{ г}/\text{м}^2/24\text{ ч}$);

• биаксиально-ориентированный полипропилен (БОРП) (толщин – 40 мкм; кислородопроницаемость – 1325 см³/м²×24 часа×бар (23 °С); паропроницаемость – 3,3 г/м²/24 ч×бар (38 °С, отн. вл. 90%).

Обработку проводили на ускорителе УЭЛР-10–15-С-60–1 (ООО «Теклеор», Калужская область) ускоренными электронами дозами от 1 до 3 кГр при энергии пучка до 5 МэВ.

После облучения упаковки с грибами были заложены на хранение в холодильную камеру с принудительной вентиляцией при температуре +4–5 °С и относительной влажностью воздуха 65–70%.

Модифицированная газовая среда в упаковках формировалась за счет поглощения О₂ и выделения СО₂ при дыхании грибов и селективной проницаемости полимерного материала. Показатели состава газовой среды внутри упаковок контролировались с использованием газоанализатора МАГ-6 П-В.

Степень трансформации качества шампиньонов в процессе хранения оценивали в соответствии с ГОСТ Р 56827–2015 (UNECE STANDARD FFV-24:2012) «Грибы шампиньоны свежие культивируемые. Технические условия», а также по изменению химико-технологических и органолептических показателей.

Микробиологическую обсемененность грибов до и после обработки определяли по ГОСТ 10444.15–94; ГОСТ 10444.12–2013; ГОСТ 32064–2013.

Результаты и обсуждение

В результате исследований установлено, что обработка дозами 1–3 кГр грибов приводит к высокой степени ингибирования специфичной для них возбудителей порчи бактериальной микрофлоры.

Количество патогенной микрофлоры снижается с увеличением дозы облучения. Достигнутое ингибирование поддерживается в течение 1–8 суток хранения, а в последующий период жизнедеятельность микрофлоры частично восстанавливается. При обработке дозой 3 кГр подавление жизнедеятельности бактериальной микрофлоры сохраняется до 20 суток (таблица 1).

Наиболее значительно сокращается микробиологическое обсеменение в упаковках БОРП, что коррелирует с более высоким уровнем накопления СО₂ при дыхании грибов. Различия содержания в упаковках СО₂ с контролем нивелируется при хранении (таблица 2).

Таблица 1.

Влияние обработки ускоренными электронами и условий хранения (МГС, холод) на микробиологическую обсемененность и содержание СО₂ в различных упаковках грибов шампиньонов

Table 1.

Influence of treatment with accelerated electrons and storage conditions (MGS, cold) on microbiological contamination and CO₂ content in various packaging of champignon mushrooms

Доза облучения, кГр Radiation dose, kGy	Количество жизнеспособных клеток бактерий МАФАНМ, lg (КОЕ/г) The number of viable bacterial cells MAFANM, lg (CFU / g)			Количество СО ₂ в упаковках при хранении, % The amount of CO ₂ in packages during storage, %		
	Сроки хранения Storage periods					
	1 сут 1 day	10 сут 10 days	20 сут 20 days	1 сут 1 day	10 сут 10 days	20 сут 20 days
Упаковка в пакеты РР Packing in PP bags						
0,0	7,08	7,04	6,79	0,5	10,1	6,6
1,0	6,32	6,26	6,45	1,0	8,2	4,3
2,0	4,81	4,7	5,65	1,5	5,6	6,6
3,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-
Упаковка в пакеты BOPP Packing in BOPP bags						
0,0	4,8	4,85	5,45	7,8	11,1	4,6
1,0	2,08	3,91	4,08	14,4	11,0	4,4
2,0	1,48	1,32	2,11	15,1	10,8	4,6
3,0	0,0	0,0	0,0	16,8	9,4	4,8
Упаковка в пакеты РЕ Packing in PE bags						
0,0	7,08	7,18	7,2	0,02	0,02	0,025
1,0	5,34	6,15	6,58	0,28	0,27	0,25
2,0	4,94	5,26	3,69	0,27	0,27	0,02
3,0	00,0	0,0	0,0	-	-	-

Таблица 2.
Влияние комплексной технологии хранения шампиньонов на содержание CO₂ в полимерных упаковках ВОРР

Table 2.
Influence of the integrated technology for storing champignons on the CO₂ content in BOPP polymer packages

Доза облучения, кГр Radiation dose, kGy	Содержания CO ₂ в пакетах, % по суткам хранения CO ₂ content in bags, % for days of storage						
	1 сут 1 day	3 сут 3 days	8 сут 8 days	10 сут 10 days	16 сут 16 days	20 сут 20 days	24 сут 24 days
0,0	7,80	5,63	9,50	11,13	10,96	4,63	4,63
1,0	16,37	16,26	10,17	11,32	10,56	5,43	5,43
2,0	15,08	18,67	9,78	10,76	9,98	4,65	4,65
3,0	14,84	18,90	9,60	9,40	4,84	4,84	4,84

Повышенное выделение CO₂ в опытных упаковках ВОРР свидетельствует о более интенсивном наступлении старения тканей и стимулирует проявление функциональных расстройств при хранении. Наиболее заметное потемнение тканей кожицы отмечается в упаковках ВОРР.

В процессе хранения грибов первостепенное значение для культивируемых грибов играют потери влаги, максимальные значения которых не могут быть более 5%. Установлено, что применение различных полимерных упаковок (РР, РЕ, ВОРР) для хранения облученных грибов

обеспечивало сохранение требуемой влажности и сокращение потерь от убыли массы. Наименьшие потери массы отмечены при хранении облученных грибов в упаковках ВОРР, которые составили в первые дни хранения 0,26–0,52%, а на 24 сутки – до 0,51–0,67%. Несколько выше были потери массы у облученных грибов при хранении в упаковках РР (1,76–2,24%).

Установлено также, что в облученных вариантах грибов сохраняется более высокий уровень растворимых сухих веществ (таблица 3).

Таблица 3.
Изменения содержания растворимых сухих веществ у облученных грибов при хранении в МГС при 4...5 °С (упаковка ВОРР)

Table 3.
Changes in the content of soluble solids in irradiated mushrooms during storage in MGS at 4 ... 5 °C (BOPP packaging)

Доза облучения, кГр Radiation dose, kGy	Содержание растворимых сухих веществ, ° Brix Soluble solids content, ° Brix					
	1 сут 1 day	3 сут 3 days	8 сут 8 days	10 сут 10 days	20 сут 20 days	24 сут 24 days
0,0	6,79	6,59	7,04	6,06	6,48	6,17
1,0	6,96	6,63	6,19	6,51	6,59	6,11
2,0	6,71	6,86	6,69	6,50	6,57	6,23
3,0	6,61	6,08	7,01	6,56	6,04	6,43

С увеличением дозы облучения в условиях МГС лучше сохраняется структура грибов в упаковках РР в результате замедления процессов созревания и отдаления сроков старения и порчи.

Наилучшую органолептическую оценку получили образцы облученные дозами 1–3 кГр. сохраняемые в пакетах РР.

Закключение

В результате применения комплексной технологии задерживается прохождение процесса послеуборочного созревания и увеличивается продолжительность хранения грибов до 20 суток при 4 °С (контроль 10–14 суток). Выявлены особенности влияния комплексной технологии на органолептические показатели грибов: окраски, плотности ткани и др., которые

дают возможность дифференцировать выбор параметров технологии в зависимости от целевого назначения продукции. Применение упаковок ВОРР достаточно успешно для грибов, предназначенных для переработки (сушка, замораживание др.), где наиболее важны параметры поверхностной обсеменённости, сокращение убыли массы, высокое содержание сухих веществ в сравнении с контрольными образцами. Для реализации в свежем виде наиболее эффективно использование в комплексе с облучением упаковок РР со средней степенью газопроницаемости к CO₂, в этом варианте отмечено наиболее высокое органолептическое качество продукции при задержке созревания, улучшающем товарное качество продукции, так раскрытие шляпки в этом случае задерживается на 4–6 суток.

Литература

- 1 Ecological crisis: causes, signs, problems. URL: <https://promdevelop.ru/ekologicheskij-krizis-prichiny-priznaki-problemy-primery-i-puti-resheniya/>
- 2 Козьмин Г.В., Санжарова Н.И., Тихонов В.Н. Перспективы применения физических факторов в АПК // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2018. С. 278–281.
- 3 Алексахин Р.М., Санжарова Н.И., Козьмин Г.В. и др. Перспективы использования радиационных технологий в агропромышленном комплексе Российской Федерации // Сельское хозяйство. 2014. № 1. С. 78–85.
- 4 Петров А.Н., Шишкина Н.С., Карастоянова О.В., Ключева О.А. и др. Применение ионизирующих излучений для оптимизации технологии холодильного хранения плодоовощной продукции // Холодильная техника. 2015. № 11. С. 51–55.
- 5 Петров А.Н., Шишкина Н.С., Шаталова Н.И. Перспективы применения ионизирующих излучений для оптимизации технологии хранения и переработки плодоовощной продукции // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2018. С. 222–224.
- 6 Лазарева Т.Г., Александрова Е.Г. Производство грибов в России: основные проблемы и перспективы // Успехи современной науки и образования. 2017. Т. 5. № 4. С. 181–184.
- 7 Farkas J. Mohachi-Farkas C. History and future of food irradiation // Sci and Tech. 2011. V. 22. № 11. P. 121–126. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224410001044>
- 8 Fernandes Â., Antonio A.L., Oliveira M.B.P.P., Martins A. et al. Effect of gamma and electron beam irradiation on the physico-chemical and nutritional properties of mushrooms: A review // Food Chemistry. 2012. V. 135. № 2. P. 641–650. doi:10.1016/j.foodchem.2012.04.136
- 9 Duan Z., Xing Z., Shau Y., Zhao X. Effect of electron beam irradiation on postharvest quality and selected enzyme activities of the white Button Mushroom, *Agaricus bisporus* // J. Agric. Food Chem. 2010. V. 58. P. 9617–9621.
- 10 Mattila P., Suonpää K., Piironen V. Functional properties of edible mushrooms // Nutrition. 2000. V. 16. P. 694–696.
- 11 Glamočlija J., Stojković D., Nikolić M., Ćirić A. et al. A comparative study on edible *Agaricus* mushrooms as functional foods // Food & function. 2015. V. 6. № 6. P. 1900–1910.
- 12 Royse D.J. A global perspective on the high five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* & *Flammulina* // Paper presented at the Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8). 2014.
- 13 Akram K., Kwon J.-H. Food irradiation for mushrooms: A review // Journal of Korean Society for Applied Biological Chemistry. 2010. № 53. P. 257–265.

References

- 1 Ecological crisis: causes, signs, problems. Available at: <https://promdevelop.ru/ekologicheskij-krizis-prichiny-priznaki-problemy-primery-i-puti-resheniya/>
- 2 Kozmin G.V., Sanzharova N.I., Tikhonov V.N. Prospects for the use of physical factors in the agricultural sector. Radiation technologies in agriculture and the food industry: state and prospects: collection of reports of the International scientific-practical conference. 2018. pp. 278–281. (in Russian).
- 3 Aleksakhin R.M., Sanzharova N.I., Kozmin G.V. et al. Prospects for the use of radiation technologies in the agro-industrial complex of the Russian Federation. J. Agriculture. 2014. no. 1. pp. 78–85. (in Russian).
- 4 Petrov A.N., Shishkina N.S., Karastoyanova O.V., Klyueva O.A. et al. The use of ionizing radiation to optimize the technology of refrigerated storage of fruits and vegetables. Refrigeration. 2015. no. 11. pp. 51–55. (in Russian).
- 5 Petrov A.N., Shishkina N.S., Shatalova N.I. Prospects for the use of ionizing radiation to optimize the technology of storage and processing of fruits and vegetables. Radiation technologies in agriculture and the food industry: state and prospects: collection of reports of the International scientific and practical conference. 2018. pp. 222–224. (in Russian).
- 6 Lazareva T.G., Alexandrova E.G. Mushroom production in Russia: main problems and prospects. Successes in modern science and education. 2017. vol. 5. no. 4. pp. 181–184. (in Russian).
- 7 Farkas J. Mohachi-Farkas C. History and future of food irradiation. Sci and Tech. 2011. vol. 22. no. 11. pp. 121–126. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224410001044>
- 8 Fernandes Â., Antonio A.L., Oliveira M.B.P.P., Martins A. et al. Effect of gamma and electron beam irradiation on the physico-chemical and nutritional properties of mushrooms: A review. Food Chemistry. 2012. vol. 135. no. 2. pp. 641–650. doi:10.1016/j.foodchem.2012.04.136
- 9 Duan Z., Xing Z., Shau Y., Zhao X. Effect of electron beam irradiation on postharvest quality and selected enzyme activities of the white Button Mushroom, *Agaricus bisporus*. J. Agric. Food Chem. 2010. vol. 58. pp. 9617–9621.
- 10 Mattila P., Suonpää K., Piironen V. Functional properties of edible mushrooms. Nutrition. 2000. vol. 16. pp. 694–696.
- 11 Glamočlija J., Stojković D., Nikolić M., Ćirić A. et al. A comparative study on edible *Agaricus* mushrooms as functional foods. Food & function. 2015. vol. 6. no. 6. pp. 1900–1910.
- 12 Royse D.J. A global perspective on the high five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* & *Flammulina*. Paper presented at the Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8). 2014.
- 13 Akram K., Kwon J.-H. Food irradiation for mushrooms: A review. Journal of Korean Society for Applied Biological Chemistry. 2010. no. 53. pp. 257–265.

Сведения об авторах

Наталья С. Шишкина к.б.н., ведущий научный сотрудник, ВНИИ технологии консервирования – филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, Московская область, 142703, Россия, vnikopholod@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5218-2430>

Ольга В. Карастоянова старший научный сотрудник, ВНИИ технологии консервирования – филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, Московская область, 142703, Россия, okarastoyanova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7247-7519>

Наталья И. Федянина аспирант, старший научный сотрудник, ВНИИ технологии консервирования – филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, Московская область, 142703, Россия, shatalova@vniitek.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1665-5445>

Надежда В. Коровкина младший научный сотрудник, ВНИИ технологии консервирования – филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, Московская область, 142703, Россия, corowkinanadya@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4108-5835>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Natalia S. Shishkina Cand. Sci. (Biol.), leading researcher, Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of RAS, st. School, 78, Vidnoye, Moscow Region, 142703, Russia, vnikopholod@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5218-2430>

Olga V. Karastoyanova senior researcher, Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of RAS, , st. School, 78, Vidnoye, Moscow Region, 142703, Russia, okarastoyanova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7247-7519>

Natalya I. Fedyanina graduate student, senior researcher, Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of RAS, st. School, 78, Vidnoye, Moscow Region, 142703, Russia, shatalova@vniitek.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1665-5445>

Nadezhda V. Korovkina junior researcher, Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of RAS, , st. School, 78, Vidnoye, Moscow Region, 142703, Russia, corowkinanadya@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4108-5835>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 11/08/2020	После редакции 20/08/2020	Принята в печать 28/08/2020
Received 11/08/2020	Accepted in revised 20/08/2020	Accepted 28/08/2020

Исследование кормовой белковой добавки из растительного сырья со свойствами фитобиотика

Александр А. Шевцов	¹	shevalol@rambler.ru	 0000-0003-2599-5692
Алексей В. Дранников	¹	drannikov@list.ru	 0000-0002-3060-8688
Анна А. Дерканосова	¹	aa-derk@yandex.ru	 0000-0002-9726-9262
Алиса А. Торшина	¹	alisa-korotaeva@mail.ru	 0000-0003-3150-8686
Анастасия А. Ориничева	¹	staisyn@rambler.ru	 0000-0002-427-9587
Екатерина П. Анохина	¹	katya_anoh@mail.ru	 0000-0002-2852-5816

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

Аннотация. Российский рынок перенасыщен зерновым сырьем в составе комбикормов, которые характеризуются дефицитом белка и слабой усвояемостью питательных веществ. Одной из проблем современного животноводства является повышение продуктивности, а главное – удешевление продукции за счет эффективности использования питательных веществ корма. Фитобиотики обладают противовирусным, противомикробным, а также иммуномоделирующим действием. При включении их в любой рацион увеличивается потребление корма, нормализуется кислотно-щелочная среда. Фитобиотики являются безопасными для сельскохозяйственных животных и птиц. Проведены исследования аминокислотного состава и антиоксидантной активности белковой кормовой добавки, полученной из листостебельной массы растений красного клевера. Качественный и количественный состав аминокислот, и значение антиоксидантной активности показывают целесообразность ввода кормовой белковой добавки в рацион кормления сельскохозяйственных животных и птиц. Основное преимущество скармливания добавки растительного происхождения состоит в том, что сельскохозяйственные животные и птицы не подвергается никаким рискам, а также возможность ее применения в качестве вкусовой и стимулирующей аппетит. Предполагается, что использование добавки из вегетативной массы красного клевера будет стимулировать рост, репродуктивность, прирост массы, окажет антибактериальное и иммуностимулирующее действие.

Ключевые слова: фитобиотики, комбикорм, красный клевер, растительное сырье, белковая добавка

Study of a fodder protein supplement from plant raw materials with phytobiotic properties

Alexander A. Shevtsov	¹	shevalol@rambler.ru	 0000-0003-2599-5692
Alexey V. Drannikov	¹	drannikov@list.ru	 0000-0002-3060-8688
Anna A. Derkanosova	¹	aa-derk@yandex.ru	 0000-0002-9726-9262
Alisa A. Torshina	¹	alisa-korotaeva@mail.ru	 0000-0003-3150-8686
Anastasia A. Orinicheva	¹	staisyn@rambler.ru	 0000-0002-427-9587
Ekaterina P. Anokhina	¹	katya_anoh@mail.ru	 0000-0002-2852-5816

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

Abstract. The Russian market is oversaturated with grain raw materials in the composition of mixed fodders, which are characterized by a protein deficiency and poor digestibility of nutrients. One of the problems of modern animal husbandry is to increase productivity, and most importantly, to reduce the cost of production due to the efficient use of feed nutrients. Phytobiotics have antiviral, antimicrobial, and immunomodulating effects. Feed consumption is increased and the acid-base environment is normalized when they are included in any diet. Phytobiotics are safe for farm animals and birds. Studies of the amino acid composition and antioxidant activity of the protein feed additive obtained from the leafy mass of red clover plants were carried out in the work. The qualitative and quantitative composition of amino acids and the value of antioxidant activity prove the advisability of introducing a fodder protein supplement into the diet of feeding farm animals and birds. The main advantage of feeding a plant-based supplement is that farm animals and poultry are not exposed to any risks, as well as the possibility of its use as a flavoring and an appetite stimulant. It is assumed that the application of an additive from the vegetative mass of red clover will stimulate growth, reproduction, weight gain and will have antibacterial and immunostimulating effects.

Keywords: phytobiotics, mixed fodder, red clover, plant raw materials, protein supplement

Для цитирования

Шевцов А.А., Дранников А.В., Дерканосова А.А., Торшина А.А., Ориничева А.А., Анохина Е.П. Исследование кормовой белковой добавки из растительного сырья со свойствами фитобиотика // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 65–70. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-65-70

For citation

Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Torshina A.A., Orinicheva A.A., Anokhina E.P. Study of a fodder protein supplement from plant raw materials with phytobiotic properties. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 65–70. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-65-70

Введение

В связи с переходом к ведению органического (экологического, биодинамического) сельского хозяйства, в рамках федерального закона «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ», вступающего в силу с 1 января 2020 года, возникает необходимость в создании отечественных кормовых препаратов, которые сбалансированы по составу, содержат биологически активные компоненты, биологически безопасны, обеспечивать поддержание нормального физиологического состояния сельскохозяйственных животных и птиц.

Возрастание и распространение устойчивости к антибиотикам стало серьёзной проблемой общественного здравоохранения во всём мире. Детерминанты устойчивости у микроорганизмов часто встречаются после введения антибиотиков в практику лечения патогенов человека и животных, что оказывает непосредственное влияние на уровень устойчивости к антибиотикам у микроорганизмов [1, 2].

Проблемы отрасли, связанные с антибиотикорезистентными бактериями и необходимостью лечения заболеваний вызванные патогенами, которые не реагируют на антибиотики, оказали огромное давление на животноводство и птицеводство. Правительства многих стран требуют от производителей отказаться или ограничить использование кормовых антибиотиков для сельскохозяйственных животных и птицы и искать альтернативы [3, 4].

Эффективная альтернатива кормовым антибиотикам – фитобиотики, оказывающие значительное и устойчивое положительное воздействие на производительность и здоровье. Являются безопасными как для сельскохозяйственных животных и птиц, так и для людей, просты в применении и хранении, а также могут обеспечить рентабельность инвестиций [9]. В России фитобиотические кормовые добавки импортного производства появились после 2005 года. Крупнейшими производителями и поставщиками фитобиотических кормовых добавок в России являются: ООО «СХП «Солнечное поле», ООО «АгроКорм», ООО «ГК Белый Фрегат», ООО «Кристалл Групп», ООО «Агро-С» [12]. По литературным данным, сырьём для фитобиотиков могут служить растения, такие как, облепиха (*Hippophae rhamnoides* L.), эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* L.), расторопша пятнистая (*Silybum marianum* L.), красный клевер (*Trifolium pretense* L.), люцерна посевная (*Medicago sativa* L.), амарант (*Amaranthus cruentus* L.) и др.

Фитобиотики способствуют повышению антиоксидантного статуса организма сельскохозяйственных животных и птиц путём оптимизации уровня и качества кормления, может быть одним из важнейших и очень эффективных средств улучшения здоровья и, следовательно, продуктивности. Натуральные растительные добавки в рационах могут быть использованы для усиления механизмов антиоксидантной защиты и снижения интенсивности окислительных процессов, которые негативно влияют на качество продуктов. Анализ имеющихся исследований показывает, что антиоксидантные процессы в организме сельскохозяйственных животных и птиц можно стимулировать путём введения экстрагированных активных соединений [13]. У животных процессы окисления происходят непрерывно и уравниваются сложным антиоксидантным механизмом, направленным на минимизацию воздействия активных форм кислорода. Свободные радикалы или органические пероксиды ответственны за повреждение липидов, белков и структур ДНК. Это может привести к качественным изменениям в продуктах животного происхождения, включая их структуру и срок хранения. Функционирование антиоксидантных механизмов влияет на самочувствие организма и показатели роста [14].

Важной проблемой является получение биопрепарата с высоким содержанием белка и свойствами фитобиотика. В качестве сырья для получения белковой кормовой добавки по разработанной технологии [7, 8] используется листостебельная масса красного клевера. Отличительной особенностью данной технологии является то, что процесс переработки растений протекает при «падающих» температурных режимах, что позволяет сохранять значительную часть биологически активных веществ и микроэлементов.

Цель работы – изучение аминокислотного состава и антиоксидантной активности кормовой белковой добавки из красного клевера.

Материалы и методы

Исследование аминокислотного состава кормовой белковой добавки методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Хроматографические методы анализа отличаются высокой чувствительностью и позволяют разделять родственные соединения и их метаболиты, а также продукты гидролиза. Метод ВЭЖХ является арбитражным для определения содержания аминокислот. Определение аминокислотного состава проводилось на автоматическом аминокислотном анализаторе на базе жидкостного хроматографа SHIMADZU Prominence LC-20 в Испытательном центре ВГУИТ. Для анализа использовалась колонка 150×4.6 мм Sevko&Co. Разделение и определение

аминокислот осуществляли методом ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией нингидрином. Метод ионообменной хроматографии основан на взаимодействии заряженных функциональных групп неподвижной фазы с ионизированными молекулами разделяемых веществ, имеющих противоположный заряд [10].

Пробоподготовка включала параллельное проведение кислотного и щелочного гидролиза белка анализируемой пробы. После кислотного гидролиза в гидролизате определяли 17 аминокислот, после щелочного гидролиза – триптофан, который полностью разрушается при кислотном гидролизе.

Буферные растворы поступали в дегазатор, далее в зависимости от заданной программы смешивались в вихревой камере, далее насосом через ловушку аммиака поступали в блок автосемплера, где в автоматическом режиме происходил отбор и ввод пробы. Проба смешивалась с буферными растворами и поступала в ионообменную колонку, в которой происходит разделение аминокислот. Аминокислоты выходили в соответствии с их изоэлектрическими точками при плавном изменении pH подвижной фазы. После разделения аминокислоты попадали в реактор, где взаимодействовали с нингидрином с образованием окрашенных производных, которые детектировались спектрофотометрическим детектором при $\lambda = 570$ нм и 440 нм.

Определение антиоксидантной активности

В основе этой методики лежит амперометрический метод нахождения содержания антиоксидантов (СА), заключающийся в измерении электрического тока, образующегося при окислении исследуемого вещества на поверхности рабочего электрода при

определенном потенциале и сравнении полученного сигнала с сигналом стандарта (кверцетина), измеренного в тех же критериях. Амперометрический способ является единственным непосредственно измеряющим содержание всех антиоксидантов в пробе [11]. Измерение выполняли на анализаторе антиоксидантной активности «Цвет Яуза-01-АА». Рабочий электрод выполнен из стеклогуглерода, который наиболее универсален при определении полифенольных соединений.

Расчет СА, мг/г исследуемого образца проводили по калибровочному графику кверцетина и формуле 1. При расчете конечного результата для жидкого образца учитывали разбавление пробы (N). Расчет проводили по формуле:

$$CA = \frac{CA_{cp} \cdot V_n \cdot N}{m_{np} \cdot 1000}, \quad (1)$$

где CA_{cp} – содержание антиоксидантов, найденное по калибровочному графику, мг/дм³; V_n – объем раствора (экстракта) анализируемой пробы, см³; m_{np} – навеска анализируемого вещества, г; N – разбавление анализируемого вещества.

Величина СА образцов определяется содержанием в них природных флавоноидов, в частности, катехинов; кверцетина, рутина, дегидрокверцетина; а также витаминов и других соединений, способных связывать свободные радикалы.

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 и в таблице 1 представлен аминокислотный состав кормовой белковой добавки из красного клевера.

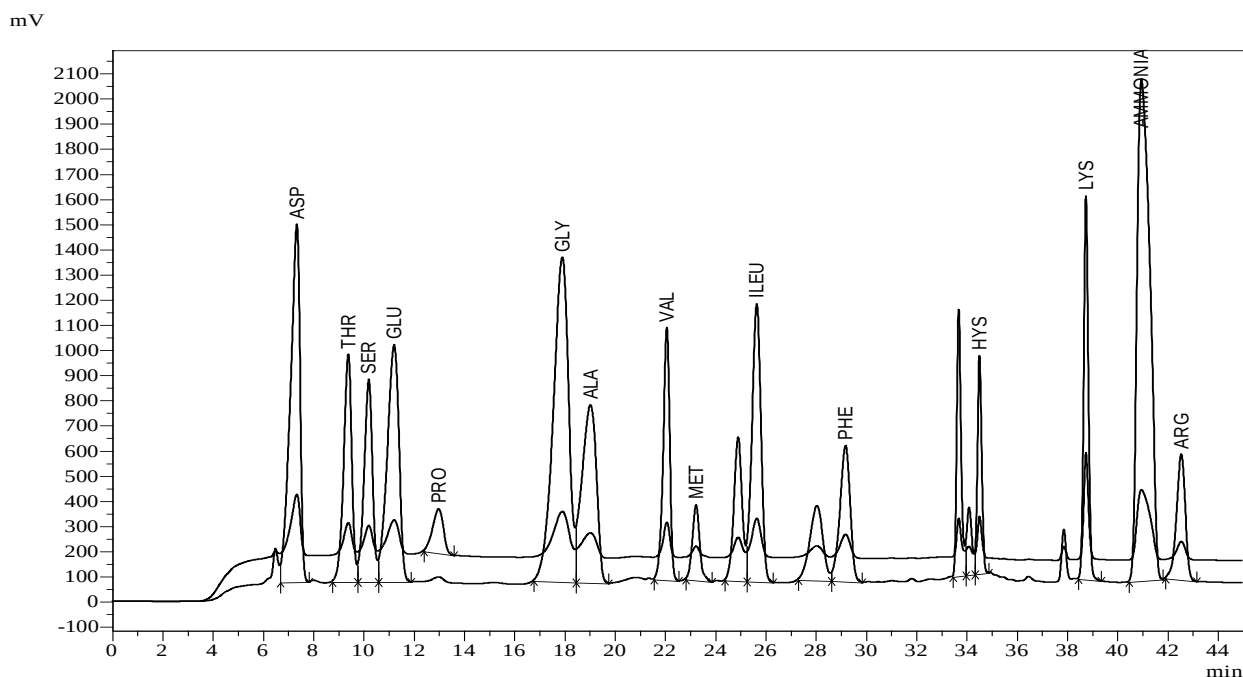


Рисунок 1. Хроматограмма образца кормовой белковой добавки из красного клевера

Figure 1. Chromatogram of a sample of red clover feed protein supplement

Таблица 1.
Содержание аминокислот в образце
Table 1.
The amino acid content in the sample

Аминокислота Amino acid		Массовая доля в сухом веществе, % Dry matter, %
Аспарагиновановая кислота (аспартат) + аспаргин	ASP + ASN	3.71
Треонин	THR	1.66
Серин	SER	1.43
Глутаминовая кислота (глутамат) + глутамин	GLU + GLN	2.99
Пролин	PRO	2.07
Глицин	GLY	2.08
Аланин	ALA	1.22
Цистеин	CYS	1.98
Валин	VAL	1.11
Метионин	MET	1.50
Изолейцин	ILEU	1.14
Лейцин	LEU	2.11
Тирозин	TYR	1.45
Фениланин	PHE	0.86
Гистидин	HYS	1.43
Лизин	LYS	1.38
Аргинин	ARG	4.49
Триптофан	TRP	2.86

В результате исследования определены 18 аминокислот, в продукте присутствуют 8 незаменимых кислот. Качественный и количественный состав аминокислот показывает целесообразность ввода кормовой белковой добавки в рацион кормления животных и птиц.

Одним из методов определения биологической ценности белков является определение индекса незаменимых аминокислот (EAAI). Метод представляет собой модернизацию метода химического сгора и позволяет учитывать количество всех незаменимых кислот.

$$EAAI = \left(\frac{LYS_p}{LYS_r} \times \frac{ARG_p}{ARG_r} \times \frac{TRP_p}{TRP_r} \times \dots \right)^{1/n} \quad (2)$$

где: n – число аминокислот; индексы p, r – содержание аминокислот в изучаемом белке и в эталонном, соответственно.

EAAI кормовой белковой добавки 0.7. Установлено, что индекс незаменимых аминокислот продукта стремится к единице, аминокислотный состав близок к эталону.

Определение антиоксидантной активности. Целью исследования являлось сравнение суммарной антиоксидантной активности в кормовой белковой добавке из вегетативной массы красного клевера, витаминной травяной муке (ГОСТ Р 56383–2015), фитобиотике «Экстрафит» (ТУ № 9296–001–99904284–2012 на основе растительного сырья амаранта) и сухой облепихе. Результаты расчетов по кверцетину приведены в таблице 2.

Таблица 2.
Результаты расчетов суммарной
антиоксидантной активности (АОА)
по кверцетину

Table 2.
Results of calculating total antioxidant activity
(AOA) for quercetin

Продукт Product	АОА, мг/г
Кормовая белковая добавка Feed Protein Supplement	1.85
Витаминная травяная мука Vitamin Herbal Flour	1.28
«Экстрафит» Extrarafit	1.96
Сухая облепиха Dry sea buckthorn	1.44

Как видно из таблицы 2 кормовая белковая добавка из листостебельной массы красного клевера по показателям антиоксидантной активности не уступает продуктам, применяемым в качестве фитобиотиков. Они обладают противовирусным, противомикробным, а также иммуномоделирующим действием. При включении их в любой рацион увеличивается потребление корма, нормализуется кислотно-щелочная среда.

Заключение

Проведены исследования аминокислотного состава и антиоксидантной активности белковой кормовой добавки, полученной из листостебельной массы растений красного клевера. Качественный и количественный состав аминокислот, и значение антиоксидантной активности показывают целесообразность ввода кормовой белковой добавки в рацион кормления сельскохозяйственных животных и птиц.

Основное преимущество скармливания добавки растительного происхождения состоит в том, что сельскохозяйственные животные и птицы не подвергается никаким рискам, а также возможность ее применения в качестве вкусовой и стимулирующей аппетит [12, 13]. Предполагается, что использование добавки из вегетативной массы красного клевера будет стимулировать рост, репродуктивность, прирост массы, окажет антибактериальное и иммуностимулирующее действие.

Литература

- 1 Allen H.K., Donato J., Wang H.H., Cloud-Hansen K.A. et al. Call of the wild: antibiotic resistance genes in natural environments // *Nature Reviews Microbiology*. 2010. № 8. P. 251–259
- 2 Karlsson M., Kollberg H., Larsson A. Chicken IgY: utilizing the evolutionary advantage // *World's Poultry Science Journal*. 2004. V. 60. P. 341–348. doi:10.1079/wps200422
- 3 Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A., Orinicheva A.A. et al. Study of feed protein supplement with the properties of phytobiotics // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. 2020. V. 422. № 1. P. 012086. doi: 10.1088/1755–1315/422/1/012086
- 4 Sherwood L., Gorbach S.L. Antimicrobial Use in Animal Feed – Time to Stop // *New England Journal of Medicine*. 2001. V. 345. P. 1202–1203.
- 5 Graham J.P., Boland J.J., Sirbergeld E. Growth promoting antibiotics in food animal production: an economic analysis // *Public Health Reports*. 2007. V. 122. P. 79–87.
- 6 Pavlov D.S., Egorov I.A., Nekrasov R.V. Use of biologically active feed additives to increase the nutritional properties of compound feeds and increase the normal input of meal and cake into mixed feeds // *Problems of Biology of Productive Animals*. 2011. № 1. P. 89–92.
- 7 Braginets S.V., Alferov A.S., Bakhchevnikov O.N. Effective method for producing fodder feed with green mass of fodder herbs addition // *Agrotechnics and energy supply*. 2015. V. 4. № 8. P. 32–39.
- 8 Шевцов А.А., Дранников А.В., Дерканосова А.А., Коротаева А.А. Научное обоснование технологии комплексной переработки красного клевера в кормопроизводстве. Воронеж, 2018.
- 9 Шевцов А.А., Дерканосова А.А., Коротаева А.А. «Зеленые» инновации в производстве комбикормов // *Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика*. 2015. Т. 3. № 4–3 (15–3). С. 240–242.
- 10 Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа: метод. пособие для спец. курса. М.: Изд-во МГУ им. МВ Ломоносова, 2007.
- 11 Fedina P.A., Yashin A. Ya., Chernousova N.I. Determination of antioxidants in plant products by the amperometric method // *Chemistry of plant raw materials*. 2010. V. 2. P. 91–97.
- 12 Шенцова Е.С., Курчаева Е.Е., Востроилов А.В., Есаулова Л.А. Оптимизация процесса гранулирования комбикормов для молодняка кроликов и оценка их эффективности // *Вестник ВГУИТ*. 2018. Т. 80. № 3. С. 176–184.
- 13 Остриков А.Н., Афанасьев В.А., Мануйлов В.В. Разработка технологии зерновых хлопьев для комбикормов // *Вестник ВГУИТ*. 2017. Т. 79. № 1. С. 15–21.

References

- 1 Allen H.K., Donato J., Wang H.H., Cloud-Hansen K.A. et al. Call of the wild: antibiotic resistance genes in natural environments. *Nature Reviews Microbiology*. 2010. no. 8. pp. 251–259.
- 2 Karlsson M., Kollberg H., Larsson A. Chicken IgY: utilizing the evolutionary advantage. *World's Poultry Science Journal*. 2004. vol. 60. pp. 341–348. doi:10.1079/wps200422
- 3 Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A., Orinicheva A.A. et al. Study of feed protein supplement with the properties of phytobiotics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. 2020. vol. 422. no. 1. pp. 012086. doi: 10.1088/1755–1315/422/1/012086
- 4 Sherwood L., Gorbach S.L. Antimicrobial Use in Animal Feed – Time to Stop. *New England Journal of Medicine*. 2001. vol. 345. pp. 1202–1203.
- 5 Graham J.P., Boland J.J., Sirbergeld E. Growth promoting antibiotics in food animal production: an economic analysis. *Public Health Reports*. 2007. vol. 122. pp. 79–87.
- 6 Pavlov D.S., Egorov I.A., Nekrasov R.V. Use of biologically active feed additives to increase the nutritional properties of compound feeds and increase the normal input of meal and cake into mixed feeds. *Problems of Biology of Productive Animals*. 2011. no. 1. pp. 89–92.
- 7 Braginets S.V., Alferov A.S., Bakhchevnikov O.N. Effective method for producing fodder feed with green mass of fodder herbs addition. *Agrotechnics and energy supply*. 2015. vol. 4. no. 8. pp. 32–39.
- 8 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A. Scientific substantiation of the technology of integrated red clover processing in fodder production. Voronezh, 2018. (in Russian).
- 9 Shevtsov A.A., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A. “Green” innovations in food production. Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2015. vol. 3. no. 4. pp. 240–242. (in Russian).
- 10 Shapovalova E.N., Pirogov A.V. Chromatographic methods of analysis: method. manual for a special course. Moscow, Moscow State University named after M.V. Lomonosov, 2007. (in Russian).
- 11 Fedina P.A., Yashin A. Ya., Chernousova N.I. Determination of antioxidants in plant products by the amperometric method. *Chemistry of plant raw materials*. 2010. vol. 2. pp. 91–97.
- 12 Shentsova E.S., Kurchaeva E.E., Vostroiлов A.V., Esaulova L.A. Optimization of the process of granulation of food for young rabbits and estimation of their efficiency. *Proceedings of VSUET*. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 176–184. (in Russian).
- 13 Ostrikov A.N., Afanasyev V.A., Manuylov V.V. Development of cereal flakes technology for food. *Proceedings of VSUET*. 2017. vol. 79. no. 1. pp. 15–21. (in Russian).

Сведения об авторах

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

 <https://orcid.org/0000-0003-2599-5692>

Алексей В. Дранников д.т.н., декан факультет пищевых машин и автоматов, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, drannikov@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3060-8688>

Анна А. Дерканосова к.т.н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, aa-derk@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Алиса А. Торшина к.т.н., инженер-химик, испытательный центр, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alisa-korotaeva@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3150-8686>

Анастасия А. Ориничева инженер-химик, испытательный центр, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, staisyn@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-427-9587>

Екатерина П. Анохина к.т.н., инженер-химик, испытательный центр, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, katya_anoh@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2852-5816>

Вклад авторов

Александр А. Шевцов предложил методику проведения эксперимента

Алексей В. Дранников консультация в ходе исследования

Анна А. Дерканосова консультация в ходе исследования

Алиса А. Торшина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат
Анастасия А. Ориничева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Екатерина П. Анохина консультация в ходе исследования

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Alexander A. Shevtsov Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of fats, processes and apparatuses of chemical and food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, shevalol@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2599-5692>

Alexey V. Drannikov Dr. Sci. (Engin.), Dean of the Faculty of Food Machines and Automata, associate professor machines and devices for food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Avenue, 19, Voronezh, 394036, Russia, drannikov@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3060-8688>

Anna A. Derkanosova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Avenue, 19, Voronezh, 394036, Russia, aa-derk@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Alisa A. Torshina Cand. Sci. (Engin.), chemical engineer, testing center, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Avenue, 19, Voronezh, 394036, Russia, alisa-korotaeva@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3150-8686>

Anastasia A. Orinicheva chemical engineer, testing center, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Avenue, 19, Voronezh, 394036, Russia, staisyn@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-427-9587>

Ekaterina P. Anokhina Cand. Sci. (Engin.), chemical engineer, testing center, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Avenue, 19, Voronezh, 394036, Russia, katya_anoh@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2852-5816>

Contribution

Alexander A. Shevtsov proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Alexey V. Drannikov consultation during the study

Anna A. Derkanosova consultation during the study

Alisa A. Torshina wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Anastasia A. Orinicheva review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Ekaterina P. Anokhina consultation during the study

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 04/08/2020	После редакции 13/08/2020	Принята в печать 21/08/2020
Received 04/08/2020	Accepted in revised 13/08/2020	Accepted 21/08/2020

Анализ химического состава и свойств основных и побочных продуктов при реализации новых технологий получения этанола

Наталья В. Зуева	¹	nataspirit30@yandex.ru	 0000-0003-2840-398X
Геннадий В. Агафонов	¹	gvagafonov@mail.ru	 0000-0003-0346-9245
Ирина Ю. Лукинова	¹	irina_lukinova15@mail.ru	
Александр Н. Долгов	¹	adolgov977@gmail.com	 0000-0003-4572-7417

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

Аннотация. В статье проведены исследования состава дрожжей, выделенных из бражки сепарацией, отрубей, отделенных на стадии размола, а также белковой добавки, полученной путем смешивания этих двух продуктов. Содержание сырого жира колеблется в пределах от 4,7 до 6,2%, содержание сырого протеина составляет 38%, что на 20% ниже, чем в кормовых дрожжах, но на 14% выше, чем у отрубей. Также выявили, что полученный белковый продукт обогащен микро- и макроэлементами, а также легкогидролизуемыми и водорастворимыми углеводами. Содержание сырой клетчатки составляет 5,5%, что почти в 2,5 раза ниже, чем в отрубях. Исследовали состав кормовой белковой добавки, полученной с внесением на стадии получения водно-мучнистой суспензии пшеницы целлюлолитического ферментного препарата Висколазы 150 L и без него. Ферментный препарат вносили на стадии приготовления водно-мучнистой суспензии и пшеницы дозировкой 0,01% к массе сырья. Белковые кормовые добавки, полученные с и без добавления целлюлолитического ферментного препарата обладают высоким качеством по содержанию сырого протеина и белка. Так, содержание сырого протеина в белковой добавке с внесением в водно-мучнистую суспензию Вискоказы 150 L составило 37%, тогда как без ферментного препарата 34%. Количество легкорастворимых полисахаридов и массовая доля золы были практически на одном уровне от 2,4 до 5% и от 5,5 до 7,0% соответственно. Содержание клетчатки в белковой добавке с использованием Вискоказы 150 L составляло 4,2-6,1%, что в 2,5 раза ниже, чем в белковой добавке, полученной без ферментного препарата.

Ключевые слова: ферментные препараты, белковая добавка, комплексная технология, бражка, дрожжи, отруби

Analysis of the chemical composition and properties of the main and side products during the implementation of new technologies for producing ethanol

Natalia V. Zueva	¹	nataspirit30@yandex.ru	 0000-0003-2840-398X
Gennady V. Agafonov	¹	gvagafonov@mail.ru	 0000-0003-0346-9245
Irina Yu. Lukinova	¹	irina_lukinova15@mail.ru	
Alexander N. Dolgov	¹	adolgov977@gmail.com	 0000-0003-4572-7417

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

Abstract. The article studied yeast composition isolated from the separation of the mash, bran separated in the grinding step, as well as a protein supplement obtained by mixing these two products. Crude fat content ranges from 4,7 to 6,2%, crude protein content is 38%, which is 20% lower than in the fodder yeast, but 14% higher than that of the bran. It is also found that the resulting protein product enriched in micro- and macro-elements, as well as readily hydrolyzable and water soluble carbohydrates. crude fiber content is 5,5%, which is almost 2,5 times lower than in the bran. The composition of the feed protein supplement obtained with the introduction at the stage of aqueous suspension of wheat powdery cellulolytic enzyme preparation Viskolazy 150 L and without it. The enzyme preparation was added in the step of preparing aqueous suspensions and wheat powdery dosage of 0,01% by weight of the feedstock. protein feed additives obtained with and without addition of cellulolytic enzyme preparation of high quality crude protein content and protein. Thus, the content of crude protein in the protein with the introduction of an additive in an aqueous suspension of powdery Viskolazy 150 L was 37% whereas 34% without the enzyme preparation. The amount of soluble polysaccharides and the mass fraction of ash were practically at the same level of from 2,4 to 5% and from 5,5 to 7,0%, respectively. fiber content of the protein supplement using Viskolazy 150 L was 4,2-6,1%, which is 2,5 times lower than in the protein supplement obtained without enzyme preparation.

Keywords: enzyme preparations, protein supplement, complex technology, mash, yeast, bran

Введение

В настоящее время в стране существует дефицит протеина в кормах. В расчете на 1 кормовую единицу рациона чаще всего его приходится 80–90 г. (по норме 100–110 г.). Известно, что вследствие недостатка протеина в рационах

ухудшаются перевариваемость и использование кормов, на 30–50% уменьшается продуктивность животных, снижается качество продукции и увеличиваются затраты кормов на единицу продукции. Поэтому в регулировании этого уровня большую роль играют различные кормовые добавки с повышенным содержанием протеина,

Для цитирования

Зуева Н.В., Агафонов Г.В., Лукинова И.Ю., Долгов А.Н. Анализ химического состава и свойств основных и побочных продуктов при реализации новых технологий получения этанола // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 71–77. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-71-77

For citation

Zueva N.V. Agafonov G.V., Lukinova I.Yu., Dolgov A.N. Analysis of the chemical composition and properties of the main and side products during the implementation of new technologies for producing ethanol. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 71–77. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-71-77

включающего в себя незаменимые аминокислоты, макро- и микроэлементы, витамины [3]. В работах современных ученых доказана эффективность использования внесения ферментных препаратов на различных стадиях при переработке зернового сырья [5–8].

Известно, что дрожжи производятся на основе зерновой барды и используются для обогащения комбикормов и скармливания животным в смеси с концентратами, силосом, жомом.

Представляло интерес провести химический анализ белковой добавки, полученной путем смешивания дрожжей, выделенных из зрелой бражки сепарацией, с отрубями.

Материалы и методы

Исследовали состав дрожжей, выделенных из бражки сепарацией, отрубей, отделенных на стадии размола, а также белковой добавки, полученной путем смешивания этих двух продуктов.

Аминокислотный состав белковых продуктов определяли на анализаторе марки Хитачи с предварительным гидролизом белков 6 н НС1 в запаянных ампулах. Для расчета аминокислотного сора белков проводили сравнение с эталонным белком ФАО/ВОЗ.

Массовую долю белка по Барнштейну в испытуемых образцах определяли согласно ГОСТ Р 28178–89 «Дрожжи кормовые. Методы испытаний».

Массовую долю перевариваемого протеина определяли согласно ГОСТ Р 51423–99 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения массовой доли растворимого азота после обработки пепсином в разведенной соляной кислоте».

Массовую долю сырой клетчатки определяли согласно ГОСТ Р 52839–2007 «Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации».

Массовую долю сырого жира определяли согласно ГОСТ 13496.15–97 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира».

Количество и качество клейковины определяли по ГОСТ 27839–2013 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины».

Массовую долю сырого протеина определяли согласно ГОСТ Р 51417–99 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Метод Кьельдаля».

Массовую долю легкогидролизуемых углеводов определяли согласно ГОСТ 26176–91 «Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов».

Массовую долю сырой золы определяли согласно ГОСТ 26226–95 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы».

Результаты и обсуждение

Исследовали состав дрожжей, выделенных из бражки сепарацией, отрубей, отделенных на

стадии размола, а также белковой добавки, полученной путем смешивания этих двух продуктов.

Полученные данные приведены в таблице 1.

Основные и побочные продукты, исследованные в данной публикации, были получены путем реализации комплексной технологии переработки зернового сырья. Пшеничную муку в количестве смешивали с водой температурой 50 °С в соотношении 1,5:1 в тестомесителе и вносили ферментный препарат «Висколаза» и протеолитический ферментный препарат Протоферм FP с дозировкой 0,6 ед. ПС/г белка [1].

Замес гомогенизировали в гомогенизаторе. После чего на гидроциклоне разделяли на два потока.

Первый поток содержит А-крахмал и пищевые волокна, второй поток содержит глютен, В-крахмал, пентозаны и растворимые белки.

А-крахмал после гидроциклонов направляли на систему сит, где происходит его промывка. Глютен и В-крахмал разделяли с одновременной промывкой на барабанных ситах. Выделенный глютен высушивали. Выход глютена составил 10%. Сконцентрированный А-крахмал соединяли с В-крахмалом получая концентрированный замеса с содержанием сухих веществ 20–24%. Разваривание крахмального замеса осуществляли по механико-ферментативной схеме. Замес с содержанием сухих веществ 24% перекачивали в аппарат гидродинамической и ферментативной обработки первой ступени (ГДФО-1), добавляли термостабильную альфа-амилазу (Термоферм 3500 L). Замес выдерживали при температуре 75 °С в течение 1 ч. Затем массу перекачивали в аппарат гидродинамической и ферментативной обработки второй ступени (ГДФО-2), доводили температуру до 85 °С и в течение 1 ч осуществляли предварительный ферментативный гидролиз. После чего массу охлаждали до 58 °С и направляли в осахариватель, куда вносили ферментный препарат Биозим 800 L, содержащий в своем составе глюкоамилазу. Полученную массу осахаривали в течение 30 мин. Сусло сбраживали в течение 54 ч, получая зрелую бражку. Из зрелой бражки сепарацией на сепараторах выделяли дрожжи в количестве влажностью 70%. Выход спирта с 1 т. крахмала крахмального замеса составил 66,4 дал. Выделенные сепарацией дрожжи направляют на плазмоллизатор, затем их смешивают с отрубями, полученную смесь высушивали, гранулировали с получением кормовой добавки с содержанием протеина 25–30% и влажностью не более 10% [2, 4, 9].

Таблица 1.

Пищевая ценность кормовых белковых продуктов

Table 1.

Nutritional value of fodder protein products

Наименование показателей Description of indicators	Кормовые белковые продукты Fodder protein products		
	Кормовые дрожжи nutrient yeast	Из отрубей bran products	Белковая добавка, полученная смешением этих продуктов Protein additive obtained by mixing these products
Сырой жир, % Raw fat, %	3,4-14,0	4,8	4,7-5,2
Сырой протеин, % Crude protein, %	47-50	32,7	38
Белок по Барнштейну, % Barnstein Protein, %	45-48	31,4	36
Общие углеводы, % а.с.в Total carbohydrates, %	-	38,1	27,6
в т.ч. водорастворимые углеводы water-soluble carbohydrates	-	3,6	3,9
легкогидролизуемые углеводы easily hydrolyzable carbohydrates	-	7,5	2,6
сырая клетчатка, % raw fiber, %	1,03	12,0	5,5
Зола, % Ash, %	15,0	9,5	9,4

Из данных таблицы 1 видно, белковый продукт, полученный путем смешивания отрубей и дрожжей, выделенных из зрелой бражки, обладает хорошей питательной ценностью, не уступая растительным белковым добавкам.

Содержание сырого жира колеблется в пределах от 4,7 до 6,2%, содержание сырого протеина составляет 38%, что на 20% ниже, чем в кормовых дрожжах, но на 14% выше, чем у отрубей. Также выявили, что полученный белковый продукт обогащен микро- и макроэлементами, а также легкогидролизуемыми и водорастворимыми углеводами. Содержание сырой клетчатки составляет 5,5%, что почти в 2,5 раза ниже, чем в отрубях. Вероятно, это связано с использованием ферментных препаратов целлюлолитического действия, расщепляющих некрахмалистые соединения.

Исследовали аминокислотный и витаминный состав белковой добавки. Под биологической ценностью белка понимают интегральный эффект, который зависит от количества и качества белка в рационе, его перевариваемости протеиназами желудочно-кишечного тракта КРС, от скорости ассимиляции аминокислот.

Из данных таблицы 2 видно, что лимитирующей аминокислотой является триптофан.

Биологическая ценность белковой добавки составила 57,4%. Основным показателем качества белковых добавок является сумма аминокислот, которая для белковых добавок из зерносырья составляет около 20%. По содержанию аминокислот, в том числе незаменимых, белки кормовой добавки близки к белкам животного происхождения.

Таблица 2.

Содержание незаменимых аминокислот в белковой добавке

Table 2.

Essential amino acid content in protein additive

Аминокислота Amino acid	Содержание, % Contents, %	АК скор, % Amino acid velocity, %
Цистин + метионин Cystine + methionine	2,17	163
Изолейцин Izoleytsin	2,10	138
Лейцин Leucine	4,53	170
Лизин Lysine	2,03	96
Фенилаланин Phenylalanine	2,36	104
Треонин Threonine	1,77	118
Триптофан Tryptophane	0,31	82
Валин Valine	2,38	126

Содержание витаминов в белковых продуктах приведено в таблице 3. Содержание витаминов группы В определяли в соответствии с ГОСТ 32042–2012. Содержание витамина В₁ (тиамина), В₂ (рибофлавина) определяли методом измерения интенсивности флуоресценции, который заключается в извлечении витамина из пробы белковой добавки раствором серной кислоты, окислении его раствором железосинеродистого калия в тиохром, дальнейшей экстракции окисленной формы из водной фазы изобутиловым спиртом и измерении интенсивности флуоресценции.

Витамин В₅ (никотиновая кислота) определили колориметрическим методом. Сущность метода заключается в кислотном гидролизе связанных форм витамина В₅, очистке гидролизата, получении окрашенного раствора и колориметрическом определении в сравнении со стандартным раствором.

Содержание витаминов в кормовых белковых продуктах

Table 3.

Vitamin content in fodder protein products

Витамин Vitamin	Содержание витаминов в кормовых белковых продуктах, мг/кг Fodder protein products vitamin content, mg/kg		
	Кормовые дрожжи nutrient yeast	Из отрубей bran products	Белковая добавка, полученная смешением этих продуктов Protein additive obtained by mixing these products
B ₁	5,5-36	1,5	1,4
B ₂	42,5-98	31	21,7
B ₃	27-128	78	80,0
B ₄	3060	1380	1290
B ₅	245-583	180	220
H	0,2	0,2	0,2
A	0,06-0,2	9,1	5,8
E	2,45-54,7	35,2	18,2

Бета-токоферол (Е), альфа-каротин (А) и витамин Н (биотин) определяли в соответствии с ГОСТ 32043–2012 методом обращенно-фазной высокоэффективной жидкостной хроматографии, который заключается в экстракции витаминов из белковой добавки изопропиловым спиртом и последующем определении содержания витаминнообращенно-фазной высокоэффективной жидкостной хроматографией.

Повышенная биологическая ценность белковой добавки обусловлена содержанием

в них протеина (30–50%) и витаминов группы В, тесно связанных с белковым обменом в организме животных. В значительных количествах в белковой добавке содержатся также витамины группы А, Е, Д.

В кормовых продуктах идентифицированы токоферолы. Был исследован минеральный состав кормовых дрожжей, отрубей и смеси этих продуктов (белковая добавка). Результаты исследований приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Содержание минеральных веществ и тяжелых металлов в кормовых белковых продуктах

Table 4.

Content of mineral substances and heavy metals in feed protein products

Показатель Indicators	Кормовые белковые продукты Fodder protein products		
	Кормовые дрожжи nutrient yeast	Из отрубей bran products	Белковая добавка, полученная смешением этих продуктов Protein additive obtained by mixing these products
Ca, г/кг (g/kg)	3,8-2,9	6,78	5,44
P, г/кг (g/kg)	13,4-28	18,2	17,4
K, г/кг (g/kg)	13,05	13,85	14,87
Na, г/кг (g/kg)	1,015	1,37	1,09
Mg, г/кг (g/kg)	0,79	5,44	3,82
Mn, мг/кг (mg/kg)	176	295	235
Zn, мг/кг (mg/kg)	935,5	120	120
Cu, мг/кг (mg/kg)	5,5	17,9	15,5
Fe, мг/кг (mg/kg)	658	760	870
Тяжёлые металлы, мг/кг: Pb Heavy metals, mg/kg: Pb	1,4	0,1	–
Cd	–	0,46	–
As	–	–	–
Cr	–	–	–
Ni	1,5	0,18	–
Hg	0,05	–	–
F	11	–	28
Нитраты, мг/кг Nitrates, mg/kg			
Нитриты, мг/кг Nitrites, mg/kg			
Металломагнитные примеси, мг/кг Metallomagnetic impurities, mg/kg	–	–	–

Можно предположить, что соотношение фосфора и кальция в белковой добавке обеспечит нормальное развитие костного скелета молодняка. Имея такой сложный состав, кормовая добавка позволяет большую часть валовой энергии кормов превратить в организме животных и птиц в обменную энергию, а следовательно, увеличивает привес и приводит к экономии затрат на корма на 10–15%.

Основную часть минеральных веществ кормовых белковой добавки составляют фосфор (около 50%), калий (около 13,0%), кальций (около 3%), магний (около 1%). Кроме того, в состав дрожжевых клеток входят и микроэлементы.

Микроэлементы – Fe, Mn и Zn содержатся в данных добавках в большом количестве, но концентрации Cu и P – на том же уровне.

Исследовали состав кормовой белковой добавки, полученной с внесением на стадии получения водно-мучнистой суспензии пшеницы целлюлолитического ферментного препарата Висколаза 150 L и без него. Ферментный препарат вносили на стадии приготовления водно-мучнистой суспензии и пшеницы дозировкой 0,01% к массе сырья. Полученные данные представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Состав кормовой белковой добавки (в пересчёте на а.с.в.%)

Table 5.

Composition of feed protein additive (in terms of a.s.v.%)

Продукт Product	Массовая доля Mass fraction					
	сырого протеина raw protein	белка по Барнштейну protein (Barnstein)	растворимых углеводов soluble carbohydrates	зола ash	клетчатки fiber	сырого жира raw fat
Белковая добавка без Висколазы 150L Proteinaceous additive without Viscolase 150L	30–34,7	25,8–31,4	2,4–3,6	5,3–6,8	12,0–15,3	2,34–4,8
Белковая добавка с Висколазой 150L Protein additive with Viscolase 150L	31,5–37,3	28,7–33,7	2,6–5,7	6,2–7,3	4,2–6,1	4,7–5,2

Из данных таблицы 5 следует, что белковые кормовые добавки, полученные с и без добавления целлюлолитического ферментного препарата обладают высоким качеством по содержанию сырого протеина и белка. Так, содержание сырого протеина в белковой добавке с внесением в водно-мучнистую суспензию Висколазы 150 L составило 37%, тогда как без ферментного препарата 34%. Количество легкорастворимых полисахаридов и массовая доля золы были практически на одном уровне от 2,4 до 5% и от 5,5 до 7,0% соответственно. Содержание клетчатки в белковой добавке с использованием Висколазы 150 L составляло 4,2–6,1%, что в 2,5 раза ниже, чем в белковой добавке, полученной без ферментного препарата. Это объясняется тем, что ферментные препараты, содержащие целлюлазы (эндоглюканазы, целлюбиогидролазы, β-глюкозидазы), гидролизуют некрахмалистые полисахариды, такие, как целлюлоза, что позволит получить дополнительный источник сбраживаемых углеводов.

Заключение

В ходе реализации комплексной переработки зернового сырья на этанол была получена кормовая добавка, обладающая хорошей

питательной ценностью, с содержанием сырого жира 4,7–6,2%, содержанием сырого протеина – 38%, обогащенная микро- и макроэлементами, а также легкогидролизуемыми и водорастворимыми углеводами. Содержание сырой клетчатки составляет 5,5%, что почти в 2,5 раза ниже, чем в отрубях. При исследовании аминокислотного, витаминного и минерального состава белковой добавки было выявлено, что по содержанию незаменимых аминокислот белки кормовой добавки близки к белкам животного происхождения. Повышенная биологическая ценность белковой добавки обусловлена содержанием в них протеина (30–50%) и витаминов группы В, тесно связанных с белковым обменом в организме животных. В значительных количествах в белковой добавке содержатся также витамины группы А, Е, Д. Основную часть минеральных веществ кормовых белковой добавки составляют фосфор (около 50%), калий (около 13,0%), кальций (около 3%), магний (около 1%). Кроме того, в состав дрожжевых клеток входят и микроэлементы.

Данная добавка может быть рекомендована для включения в рацион питания птицы и КРС.

Литература

- 1 Зуева Н.В., Агафонов Г.В., Корчагина М.В., Долгов А.Н. и др. Выбор ферментных препаратов и температурно-временных режимов водно-тепловой и ферментативной обработки при разработке комплексной технологии переработки зернового сырья // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 1. С. 112–119.
- 2 Корчагина М.В., Зуева Н.В., Агафонов Г.В. Технология получения белковой добавки из послеспиртовой барды // Молодежь и наука: шаг к успеху: сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Курск: Университетская книга, 2018. Т. 3. С. 174–177.
- 3 Колпакова В.В., Коваленок В.А. Взаимосвязь функциональных свойств сухой пшеничной клейковины с аминокислотным составом и показателями её качества // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 1. С. 173–180. doi: 10.20914/2310-1202-2019-1-173-180/
- 4 Bondesson P.M., Galbe M. Process design of SSCF for ethanol production from steam-pretreated, acetic-acid-impregnated wheat straw // *Biotechnology for biofuels*. 2016. V. 9. № 1. P. 222.
- 5 Miranda Junior M., de Oliveira J.E., Batistote M., Ernandes J.R. Evaluation of Brazilian ethanol production yeasts for maltose fermentation in media containing structurally complex nitrogen sources // *Journal of the Institute of Brewing*. 2012. V. 118. № 1. P. 82–88.
- 6 Аксенов В.В. Внедрение инновационных технологий в переработку зернового сырья // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2012. № 2. С. 208–212.
- 7 Rosell C.M., Altamirano-Fortoul R., Don C., Dubat A. Thermomechanically Induced Protein Aggregation and Starch Structural Changes in Wheat Flour Dough // *Cereal Chemistry*. 2013. V. 90. № 2. P. 89–100.
- 8 Cheung A.W.Y., Brosnan J.M., Phister T., Smart K.A. Impact of dried, creamed and cake supply formats on the genetic variation and ethanol tolerance of three *Saccharomyces cerevisiae* distilling strains // *Journal of the Institute of Brewing*. 2012. V. 118. № 2. P. 152–162.
- 9 Mikulski D., Kłosowski G. Efficiency of dilute sulfuric acid pretreatment of distillery stillage in the production of cellulosic ethanol // *Bioresource technology*. 2018. V. 268. P. 424–433.
- 10 Brar K.K. et al. Evaluating novel fungal secretomes for efficient saccharification and fermentation of composite sugars derived from hydrolysate and molasses into ethanol // *Bioresource technology*. 2019. V. 273. P. 114–121.
- 11 Cripwell R.A. et al. Consolidated bioprocessing of raw starch to ethanol by *Saccharomyces cerevisiae*: Achievements and challenges // *Biotechnology Advances*. 2020. P. 107579.
- 12 Kamble M., Salvi H., Yadav G.D. Preparation of amino-functionalized silica supports for immobilization of epoxide hydrolase and cutinase: characterization and applications // *Journal of Porous Materials*. 2020. P. 1–9.
- 13 Yu J. et al. Process integration for ethanol production from corn and corn stover as mixed substrates // *Bioresource technology*. 2019. V. 279. P. 10–16.
- 14 Willberg-Keyriläinen P. et al. Improved reactivity and derivatization of cellulose after pre-hydrolysis with commercial enzymes // *BioResources*. 2019. V. 14. № 1. P. 561–574.
- 15 Puligundla P. et al. A review of recent advances in high gravity ethanol fermentation // *Renewable Energy*. 2019. V. 133. P. 1366–1379.

References

- 1 Zueva N.V., Agafonov G.V., Korchagina M.V., Dolgov A.N. et al. Selection of enzyme preparations and temperature-time regimes of water-heat and enzymatic treatment in the development of complex technology of processing of grain raw materials. *Proceedings of VSUET*. 2019. vol. 81. no. 1. pp. 112–119. (in Russian).
- 2 Korchagina M.V., Zueva N.V., Agafonov G.V. Technology for obtaining protein additives from post-alcohol Barda. Youth and science: a step to success: collection of scientific articles of the 2nd all-Russian scientific conference of promising developments of young scientists. Kursk, Universitetskaya kniga, 2018. vol. 3. pp 174–177. (in Russian).
- 3 Kolpakova V.V., Kovalenok V.A. Relationship of the functional properties of dry wheat gluten with amino acid composition and its quality indicators. *Proceedings of VSUET*. 2019. vol. 81. no. 1. pp. 173–180. doi: 10.20914/2310-1202-2019-1-173-180 (in Russian).
- 4 Bondesson P.M., Galbe M. Process design of SSCF for ethanol production from steam-pretreated, acetic-acid-impregnated wheat straw. *Biotechnology for biofuels*. 2016. vol. 9. no. 1. pp. 222.
- 5 Miranda Junior M., de Oliveira J.E., Batistote M., Ernandes J.R. Evaluation of Brazilian ethanol production yeasts for maltose fermentation in media containing structurally complex nitrogen sources. *Journal of the Institute of Brewing*. 2012. vol. 118. no. 1. pp. 82–88.
- 6 Aksenov V.V. The introduction of innovative technologies in the processing of grain raw materials. *Vestnik KGAU*. 2012. no. 2. pp. 208–212. (in Russian).
- 7 Rosell C.M., Altamirano-Fortoul R., Don C., Dubat A. Thermomechanically Induced Protein Aggregation and Starch Structural Changes in Wheat Flour Dough. *Cereal Chemistry*. 2013. vol. 90. no. 2. pp. 89–100.
- 8 Cheung A.W.Y., Brosnan J.M., Phister T., Smart K.A. Impact of dried, creamed and cake supply formats on the genetic variation and ethanol tolerance of three *Saccharomyces cerevisiae* distilling strains. *Journal of the Institute of Brewing*. 2012. vol. 118. no. 2. pp. 152–162.
- 9 Mikulski D., Kłosowski G. Efficiency of dilute sulfuric acid pretreatment of distillery stillage in the production of cellulosic ethanol. *Bioresource technology*. 2018. vol. 268. pp. 424–433.
- 10 Brar K.K. et al. Evaluating novel fungal secretomes for efficient saccharification and fermentation of composite sugars derived from hydrolysate and molasses into ethanol. *Bioresource technology*. 2019. vol. 273. pp. 114–121.
- 11 Cripwell R.A. et al. Consolidated bioprocessing of raw starch to ethanol by *Saccharomyces cerevisiae*: Achievements and challenges. *Biotechnology Advances*. 2020. pp. 107579.

12 Kamble M., Salvi H., Yadav G.D. Preparation of amino-functionalized silica supports for immobilization of epoxide hydrolase and cutinase: characterization and applications. Journal of Porous Materials. 2020. pp. 1–9.

13 Yu J. et al. Process integration for ethanol production from corn and corn stover as mixed substrates. Bioresource technology. 2019. vol. 279. pp. 10–16.

14 Willberg-Keyriläinen P. et al. Improved reactivity and derivatization of cellulose after pre-hydrolysis with commercial enzymes. BioResources. 2019. vol. 14. no. 1. pp. 561–574.

15 Puligundla P. et al. A review of recent advances in high gravity ethanol fermentation. Renewable Energy. 2019. vol. 133. pp. 1366–1379.

Сведения об авторах

Наталья В. Зуева к.т.н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nataspirt30@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2840-398X>

Геннадий В. Агафонов д.т.н., профессор, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gvagafonov@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0346-9245>

Ирина Ю. Лукинова студент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, irina_lukinova15@mail.ru

Александр Н. Долгов внешний совместитель, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, adolgov977@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-4572-7417>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Natalia V. Zueva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nataspirt30@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2840-398X>

Gennady V. Agafonov Dr. Sci. (Engin.), professor, technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gvagafonov@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0346-9245>

Irina Yu. Lukinova student, technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, irina_lukinova15@mail.ru

Alexander N. Dolgov external part-time worker, technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, adolgov977@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-4572-7417>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 28/07/2020	После редакции 06/08/2020	Принята в печать 17/08/2020
Received 28/07/2020	Accepted in revised 06/08/2020	Accepted 17/08/2020

Исследование состава основных примесей зрелой бражки в зависимости от продолжительности сбраживания, расы спиртовых дрожжей и применяемых ферментных препаратов

Наталья В. Зуева	1	nataspirit30@yandex.ru	 0000-0003-2840-398X
Геннадий В. Агафонов	1	gvagafonov@mail.ru	 0000-0003-0346-9245
Елизавета А. Новокшенова	1	liza.simona2000@mail.ru	
Александр Н. Долгов	1	adolgov977@gmail.com	 0000-0003-4572-7417
Алла Е. Чусова	1	hycovai@mail.ru	 0000-0003-1237-4870

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

Аннотация. В статье проведены исследования процесса интенсификации сбраживания концентрированного сусла с учетом внесения комплекса ферментов амилотического, гемицеллюлазного и протеолитического действия. Определили зависимость выхода этанола, содержания летучих примесей, содержания редуцирующих веществ в зависимости от различных рас дрожжей при норме засева 15 млн клеток на 1 см³ сусла. Для выявления параметров процесса брожения сусла с повышенным содержанием сухих веществ, исследовали динамику накопления летучих примесей, варьируя норму засева дрожжей и продолжительность сбраживания при использовании дрожжей расы 987-05. Выявили, что качественный состав примесей в бражке, полученной из высококонцентрированного сусла, зависит как от продолжительности сбраживания, так и от нормы засева дрожжей. Так, в зависимости от продолжительности процесса сбраживания, содержание ацетальдегида увеличивается (с 613,17 мг/дм³ к 54 ч до 1724,6 мг/дм³ к 72 ч), количество этилацетата снижается (с 409,2 мг/дм³ к 54 ч до 207 мг/дм³ к 72 ч), содержание метанола к 54 ч при норме засева дрожжей 15 млн клеток на 1 см³ сусла составило 0,0043 мг/см³, тогда как к 72 ч сбраживания при той же норме засева дрожжей – 0,0070 мг/дм³, количество 1-пропанол и 1-бутанол снижается с 903,14 мг/см³ и 6,38 мг/см³ – 54 час до 880 мг/см³ и 5,57 мг/см³ – к 72 ч соответственно. Минимальное содержание изобутанола вне зависимости от продолжительности сбраживания составил 900-1100 мг/см³ при норме засева дрожжей 15 млн клеток на 1 см³ сусла, количество изоамилола возрастает с 1219,08 мг/дм³ (54 ч) до 2673,84 мг/дм³ (72 ч). Выявили, что наименьшее суммарное количество примесей получено при норме засева дрожжей 15 млн клеток на 1 см³ сусла при продолжительности сбраживания 54 ч. Установили, что максимальное содержание этилового спирта в бражке при минимальном накоплении в ней летучих примесей соответствует варианту: продолжительность сбраживания – 54 ч при норме задачи дрожжевых клеток – 15,0 млн/см³ сусла.

Ключевые слова: ферментные препараты, сусло, комплексная технология, бражка, дрожжи, летучие примеси

The study of the main impurities mature mash depending on the duration of fermentation, yeast alcohol race and used enzyme preparations

Natalia V. Zueva	1	nataspirit30@yandex.ru	 0000-0003-2840-398X
Gennady V. Agafonov	1	gvagafonov@mail.ru	 0000-0003-0346-9245
Elizabeth A. Novokshenova	1	liza.simona2000@mail.ru	
Alexander N. Dolgov	1	adolgov977@gmail.com	 0000-0003-4572-7417
Alla E. Chusova	1	hycovai@mail.ru	 0000-0003-1237-4870

1 Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The paper studied the process of intensification of concentrated fermentation mash with account of the complex amylolytic enzymes, hemicellulase and proteolytic activities. We determined the dependence of ethanol yield, the content of volatile impurities, the content of reducing substances, depending on the different strains of yeast at a seed rate 15 million cells per 1 cm³ wort. To identify the parameters of the fermentation process the wort with an increased solids content, investigated the dynamics of accumulation of volatile impurities by varying the rate and duration of seeding yeast fermentation using 987-05 race yeast. It revealed that the qualitative composition of impurities in the mash, the resulting wort of high-concentration depends both on the duration of fermentation, and from normal seeding yeast. Thus, depending on the duration of the fermentation process, the acetaldehyde content increases (from 613,17 mg/dm³ to 54 h to 1724,6 mg/dm³ to 72 hours), the amount of ethyl acetate is reduced (from 409,2 mg/dm³ to 54 hours prior to 207 mg/dm³ to 72 hours), the methanol content to 54 h at a rate of 15 million yeast seeding cells per 1 cm³ of the wort amounted to 0,0043 mg/cm³, whereas by 72 h of fermentation at the same seed rate yeast – 0,0070 mg/dm³, the amount of 1-propanol and 1-butanol was reduced from 903,14 mg/cm³ and 6,38 mg/cm³ -54 h to 880 mg/cm³ and 5,57 mg/cm³ - to 72 hours, respectively. The minimum content of isobutanol independent of the duration of fermentation was 900-1100 mg/cm³ at a seed rate 15 million yeast cells per 1 cm³ wort isoamilola number increases from 1219,08 mg/dm³ (54 hr) to 2673,84 mg/dm³ (72 h). It revealed that the smallest total amount of impurities obtained by seed rate yeast 15 million cells per 1 cm³ wort at the duration of fermentation 54 hours was found that maximum ethanol content in the mash with minimal accumulation therein volatiles corresponds embodiment. Duration of fermentation – 54 hours at normally the problem of yeast cells – 15,0 million / cm³ wort.

Keywords: enzyme preparations, wort, complex technology, brew, yeast, volatiles

Для цитирования

Зуева Н.В., Агафонов Г.В., Новокшенова Е.А., Долгов А.Н., Чусова А.Е. Исследование состава основных примесей зрелой бражки в зависимости от продолжительности сбраживания, расы спиртовых дрожжей и применяемых ферментных препаратов // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 78–84. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-78-84

For citation

Zueva N.V., Agafonov G.V., Novokshenova E.A., Dolgov A.N., Chusova A.E. The study of the main impurities mature mash depending on the duration of fermentation, yeast alcohol race and used enzyme preparations. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 78–84. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-78-84

Введение

На сегодняшний день важной задачей на спиртовых заводах является повышение эффективности работы бродильного отделения. Это возможно улучшением качества спиртовых дрожжей и расширением ассортимента используемых ферментов. Традиционно в спиртовой отрасли использовали одну расу дрожжей, которая обеспечивала достаточную скорость брожения, стабильный выход спирта [1–4]. Перспективные направления развития технологии производства этанола решают следующие задачи: повышение концентрации сухих веществ перерабатываемых сред, обеспечение снижения себестоимости этанола за счет экономии сырья, электроэнергии и топлива, проведение процесса брожения при повышенных температурах и повышенной крепости в бражке. В таких условиях необходимо использование рас дрожжей, обладающих термостабильностью, осмофильностью и высокой бродильной активностью. Поэтому селекционные работы по скринингу активных рас дрожжей, выбор оптимальных режимов сбраживания концентрированного сусла являются перспективным направлением совершенствования технологии производства спирта. Массообменные процессы, протекающие между дрожжевой клеткой и питательной средой в процессе брожения, во многом определяются концентрацией питательной среды. Поскольку высокое осмотическое давление оказывает угнетающее действие на жизнедеятельность дрожжей, то при сбраживании сред повышенной концентрации предъявляются высокие требования к составу сбраживаемой среды и к дрожжам, которые должны быть осмо-, спирто- и кислотоустойчивыми [5].

Для нормальной жизнедеятельности дрожжевой клетки необходимо обеспечить в среде, с одной стороны, достаточное количество элементов питания, а с другой – содержание в среде ряда витаминов и микроэлементов для их усвоения [7, 9].

Для нормальной жизнедеятельности в анаэробных условиях дрожжам, как и другим микроорганизмам, необходим азот, который дрожжи способны усваивать в различных формах [6, 8].

Источником азотистого питания дрожжевых клеток являются растворимые соединения азота: органические и неорганические. Для поддержания своей жизнедеятельности дрожжи, с одной стороны, как автотрофы могут синтезировать все аминокислоты, используя неорганические формы азота, или, с другой стороны, использовать уже

имеющиеся в сусле аминокислоты. Из общего количества азота, необходимого дрожжам, 70% они ассимилируют в виде аминокислот, остальные в виде аммония, амидного азота и пептидов. Поэтому при брожении содержание азотистых веществ в сусле уменьшается на 1/3 [10–12].

Таким образом, для обеспечения интенсивного размножения дрожжевых клеток и их высокой бродильной активности необходимо обеспечить в бродящей среде достаточное количество азотистого питания.

Наиболее рациональным решением проблемы обогащения осахаренного сусла свободными аминокислотами является гидролиз собственных белков зерновых культур протеолитическими ферментными препаратами.

Материалы и методы

В ходе исследований применялись три расы дрожжей, используемые в виде чистой культуры: XII, 987-05, К-81:

- термотолерантная раса К-81 (полученная КТИПП и ВНИИПБТ);
- гибридная раса дрожжей 987 – 05, используемая в виде чистой культуры (получена из центральной лаборатории ГНУ ВНИИПБТ Россельхозакадемии);
- *Saccharomyces cerevisiae* расы XII.

Концентрацию растворимых сбраживаемых углеводов, суммарного содержания сбраживаемых углеводов, несброженных углеводов и концентрации нерастворенного крахмала находили колориметрическим антроновым методом; измерение оптической плотности проводили на фотоэлектроколориметре КФК-3 [10].

Интенсивность брожения оценивали по количеству диоксида углерода, выделявшегося в единицу времени из определенного объема среды. Количество углекислоты устанавливали по убыли веса сосуда, снабженного затвором [9].

Определение концентрации побочных и вторичных метаболитов спиртового брожения проводили газохроматографическим методом (ГОСТ Р 51652–2000).

Технология получения концентрированного сусла с использованием ферментных препаратов различного действия представлена в предыдущих работах [1, 7].

Результаты и обсуждение

Для выявления параметров сбраживания сусла с повышенным содержанием сухих веществ, исследовали динамику накопления летучих примесей, варьируя норму засева дрожжей и продолжительность сбраживания при использовании дрожжей расы 987-05. Выявили, что качественный состав примесей (таблица 1) в бражке, полученной из высококонцентрированного сусла, зависит как от продолжительности сбраживания, так и от нормы засева дрожжей.

Так, в зависимости от продолжительности процесса сбраживания, содержание ацетальдегида увеличивается (с 613,17 мг/дм³ к 54 ч до 1724,6 мг/дм³ к 72 ч), количество этилацетата снижается (с 409,2 мг/дм³ к 54 ч до 207 мг/дм³ к 72 ч), содержание метанола к 54 ч при норме засева дрожжей 15 млн клеток на 1 см³ сусла составило 0,0043 мг/см³, тогда как к 72 ч сбраживания при той же норме засева дрожжей – 0,0070 мг/дм³, количество 1-пропанол и 1-бутанол снижается с 903,14 мг/см³ и 6,38 мг/см³ – 54 час до 880 мг/см³ и 5,57 мг/см³ – к 72 ч соответственно. Минимальное содержание изобутанола вне зависимости от продолжительности сбраживания составило

900–1100 мг/см³ при норме засева дрожжей 15 млн клеток на 1 см³ сусла, количество изоамилола возрастает с 1219,08 мг/дм³ (54 ч) до 2673,84 мг/дм³ (72 ч). Выявили, что наименьшее суммарное количество примесей получено при норме засева дрожжей 15 млн клеток на 1 см³ сусла при продолжительности сбраживания 54 ч. Установлено, что максимальное содержание этилового спирта в бражке при минимальном накоплении в ней летучих примесей соответствует варианту: продолжительность сбраживания – 54 ч при норме задачи дрожжевых клеток – 15,0 млн/см³ сусла.

Таблица 1.

Сравнительный анализ содержания основных примесей в бражке

Table 1.

Comparative analysis of the content of the main impurities in the brew

Основные примеси, мг/дм ³ безводного спирта Main impurities, mg/dm ³ anhydrous alcohol	Норма засева дрожжей, млн клеток на 1 см ³ сусла Yeast sowing rate, million cells per 1 cm ³ wort											
	12,5	15,0	17,5	12,5	15,0	17,5	12,5	15,0	17,5	12,5	15,0	17,5
	Продолжительность сбраживания, час Fermentation duration, hour											
	54			60			66			72		
Ацетальдегид Ethyl aldehyde	613,17	634,11	742,36	646,53	714,08	876,54	883,15	1085,4	1443,38	1346	1378	1724,6
Этилацетат ethyl acetate	423,3	409,2	246,14	387,18	382,53	232,37	319,84	304,50	213,85	328,70	348,17	207,42
Метанол Methanol	0,0050	0,0043	0,0060	0,0055	0,0050	0,0063	0,0060	0,0059	0,0068	0,0065	0,0070	0,0075
1-Пропанол 1 Propanol	914,71	903,14	801,36	942,10	953,13	825,83	803,17	763,41	889,01	862,65	880,38	921,28
Изобутанол Isobutanol	1343,05	1171,76	1213,18	1294,99	1002,15	1196,59	1034,41	942,15	1301,18	1157,26	1124,61	1368,21
1-Бутанол 1 Butanol	6,91	6,38	6,22	6,73	6,06	5,81	5,92	5,97	5,96	5,87	5,57	5,95
Изоамилол Izoamilol	1219,08	1273,61	1522,13	1841,02	2042,20	2171,92	2067,08	1987,02	2556,84	2183,48	2285,21	2673,84
Суммарное количество примесей Total amount of impurities	4516,35	4409,32	4521,246	5123,04	5100,82	5306,99	5101,63	5085,58	6385,90	5876,80	6015,02	6896,31

Изучали процесс интенсификации сбраживания концентрированного сусла с учетом внесения комплекса ферментов амилолитического, гемицеллюлазного и протеолитического действия. Определяли зависимость выхода этанола, содержания летучих примесей, содержания редуцирующих веществ в зависимости от различных рас дрожжей при норме засева 15 млн клеток на 1 см³ сусла. Полученные данные представлены в таблице 2.

При получении стандартного сусла (контроль) использовали ферментные препараты разжижающего и осахаривающего действия и исследовали состав концентрированного сусла, полученного при внесении в водно-мучнистую суспензию пшеницы протеолитического ферментного препарата Протоферм FP, а также полученное при использовании не только

протеолитического, но и целлюлолитического действия. В качестве источника ферментных препаратов целлюлолитического действия использовали Висколазу 150 L. Процесс сбраживания осуществляли при температуре 32–33 °С, с использованием дрожжей расы 987-О5, норма внесения дрожжей составляла 15 млн/см³.

Анализируя данные таблицы, видим, что содержание редуцирующих веществ в бражке, полученной с использованием дрожжей К-81 и 987-О5, соответствовало норме уже к 60 ч сбраживания (0,36–0,39 г./100 см³) при совместном использовании ферментных препаратов протеолитического и целлюлолитического действия, тогда как при применении XII расы дрожжей к 66 ч сбраживания этот показатель составил от 0,81 до 0,66 г./100 см³.

Таблица 2.

Влияние ферментных препаратов различного действия на показатели бражки, полученной из высококонцентрированного пшеничного сусла с использованием различных рас дрожжей

Table 2.

The effect of enzyme preparations of various actions on the performance of brew obtained from highly concentrated wheat wort using different yeast races

Расы дрожжей Races yeast	Варианты сусла* Wort	Редуцирующие вещества, г/100 см ³ Reducing agents, g/100 ml				ОРВ, г/100 см ³ ORV, g/100 ml		Выход этанола, дал/т. у.к. Ethanol yield, dal/t		Суммарная концентрация основных примесей, мг/см ³ Total concentration of main impurities, mg/ml	
		Продолжительность сбраживания, ч Duration, h									
		48	54	60	66	54	60	54	60	54	60
К-81	I	5,71	0,72	0,47	0,44	0,56	0,50	65,0	65,4	5356,8	6562,2
	II	5,46	0,66	0,43	0,40	0,51	0,49	65,5	65,9	4938,1	6152,3
	II	5,2	0,53	0,39	0,37	0,44	0,42	66,2	66,4	4579,5	5211,6
XII	I	6,8	1,2	0,9	0,81	1,8	0,92	63,6	63,9	6613,0	8059,7
	II	6,52	0,97	0,82	0,77	0,93	0,88	63,8	64,6	52086,7	7500,3
	II	6,41	0,9	0,71	0,66	0,82	0,75	64,1	65,2	5169,2	7354,9
987-О5	I	5,8	0,68	0,46	0,40	0,56	0,53	65,3	65,5	5006,8	6135,2
	II	5,6	0,52	0,40	0,38	0,52	0,49	65,8	66,1	4728,6	5849,3
	II	5,0	0,47	0,36	0,34	0,48	0,45	66,4	66,7	4273,5	5011,7

* I – Контроль (без протеаз и целлюлаз) Control (no proteases and cellulases); II – Протоферм FP Protoferm FP; III – Протоферм FP + Висколаза 150L Protoferm FP + Viskolaza 150L

Установлено, что термотолерантная раса 985-О5 более активно размножается, интенсивно ассимилирует углеводы, и уже к 54–60 ч брожения процесс практически прекращается: выход спирта составляет 66,6 дал/т.у.к. крахмала, к 66 ч – 66,9 дал/т.у.к. При использовании расы К-81 и XII выход этанола составил 66,2 дал/т.у.к. крахмала и 65,2 дал/т.у.к. соответственно. При этом максимальный выход спирта наблюдали при использовании сусла, в ходе получения которого были использованы и Протоферм FP и Висколаза 150 L.

Установлено, что состав сусла, используемая раса дрожжей и продолжительность сбраживания существенно влияют как на суммарное количество примесей, так и на их состав. Однако применение полного комплекса ферментов наряду с увеличением выхода спирта способствовало снижению образования побочных метаболитов, сопутствующих синтезу этанола. Так, концентрация общих примесей при сбраживании концентрированного сусла, полученного по механико-ферментативной схеме с использованием только ферментов амилолитического действия, к 54 ч сбраживания составила 5356 мг/дм³, к 60 ч 6562 мг/дм³ при использовании дрожжей расы К-81; 6613 мг/дм³ и 8059 мг/дм³ при использовании дрожжей расы XII; 5006 и 6135 мг/дм³ при использовании дрожжей расы 987-О5. Присутствие в комплексе ферментов протеолитического и гемицеллюлазного действия позволило уменьшить образование побочных метаболитов более чем в 1,5 раза – до концентрации 4273–5000 мг/см³ при использовании расы дрожжей 987-О5 в основном за счет синтеза высших спиртов альдегидов и сложных эфиров. Использование полного комплекса ферментов

при подготовке сырья к сбраживанию позволяет улучшить качество целевого продукта – этанола. Установлено, что комплекс ферментов амилолитического, гемицеллюлазного и протеолитического действия обеспечивает наибольший выход спирта с одновременным снижением образования побочных метаболитов, сопутствующих синтезу этанола.

Обогащение сусла легко ассимилируемыми компонентами азотистого питания позволит увеличить скорость размножения дрожжей, повысить плотность дрожжевой популяции и бродильную активность. Вероятно, это связано с обогащением сусла легко ассимилируемыми компонентами азотистого питания, которые используются дрожжевыми клетками непосредственно для построения биомассы. Интенсификацию синтеза белка и активирование содержащихся в дрожжевой клетке ферментов способствует интенсификации развития и размножения дрожжей.

При обеспечении дрожжей азотистым питанием биосинтез белков клетки происходит преимущественно за счет ассимиляции аминокислот среды. Таким способом экономится сахар на построение биомассы дрожжей, углеводы расходуются в основном на анаэробное дыхание и, следовательно, на образование спирта.

Можно говорить о том, что при сбраживании сусла увеличение выхода спирта, обогащённого продуктами протеолиза растительного белка, зависит от проведения более экономичного процесса, повышения степени биоконверсии углеводов в этанол, сокращения потерь крахмала на образование побочных метаболитов.

Изучали динамику сбраживания сусле дрожжами расы XII, К-81, 987-О5. В ходе сбраживания исследовали изменение несброженных углеводов и этанола. Полученные данные приведены на рисунках 1, 2.

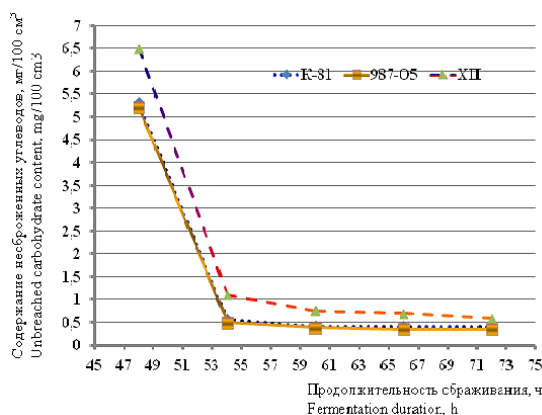


Рисунок 1. Зависимость содержания несброженных углеводов в бражке от расы дрожжей

Figure 1. Dependence of unbreached carbohydrates in the mash on the race of yeast

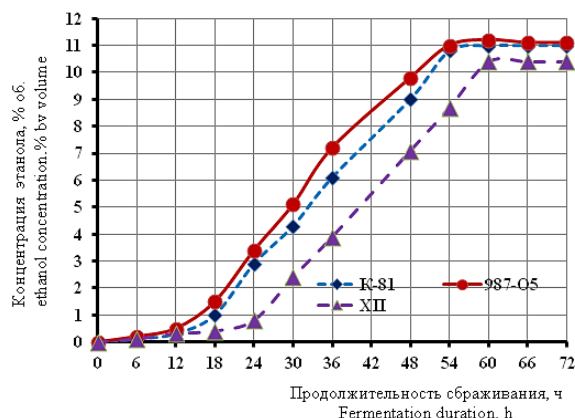


Рисунок 2. Зависимость изменения концентрации этанола в бражке от расы дрожжей

Figure 2. Dependence of unbreached carbohydrates in the mash on the race of yeast

Как видно из рисунков лучшие результаты получены при использовании дрожжей рас К-81 и 987-О5. Так, содержание несброженных углеводов (РВ) к 54 ч брожения составило 0,65 мг/100 см³ при сбраживании дрожжами расы К-81 и 0,5 мг/100 см³ при сбраживании дрожжами расы 987-О5, тогда как при сбраживании XII расой содержание несброженных углеводов – 1,1 мг/100 см³. На 66 ч сбраживания при использовании рас К-81 и 987-О5 количество РВ составило 0,40 и 0,35 мг/100 см³ соответственно, и 0,60 мг/100 см³ при применении XII расы, а этанола – 10,8 и 11,2% об., соответственно. Установлено, что при использовании XII расы процесс сбраживания идет с увеличением накопления спирта в бражке на протяжении всего времени исследований и достигает своего максимума к 60–66 ч – 10,7% об., тогда как при использовании рас 987-О5 и К-81 наивысшее содержание спирта достигается в бражке к 54 ч сбраживания – 11,12 и 11,1% об. соответственно.

Процесс сбраживания концентрированного сусле анализировали с учетом изменения основных технологических показателей, содержания спирта и побочных метаболитов дрожжей. Известно, что сбраживание концентрированного сусле можно осуществлять при повышенных температурах (около 32–35 °С).

Дрожжи при повышенных температурах теряют свою физиологическую активность, что приводит к снижению их конкурентоспособности к посторонней микрофлоре, и как следствие образованию посторонних метаболитов. Поэтому изучали влияние температуры сбраживания на метаболизм дрожжей рас XII, К-81 и 987-О5. Сбраживание осуществляли в течение 48–72 ч при температурах: 28–30 °С и повышенных 32–33 и 35 °С (таблица 3).

Таблица 3.

Зависимость физиологической активности различных рас дрожжей от продолжительности сбраживания

Table 3.

Dependence of unbreached carbohydrates in the mash on the race of yeast

Т брожения, °С T fermentation, °C	Расы дрожжей yeast races	Количество дрожжей, млн/см ³ Amount of yeast, ppm/cm ³						
		24 ч (hours)		48 ч (hours)			72 ч (hours)	
		Всего total	почк. budding	Всего total	почк. budding	мерт. dead	Всего total	мерт. dead
28–30	К-81	97	14	138	16	1,7	96	6
	987-О5	115	18	142	22	1,0	100	4
	XII	88	10	127	12	3,0	80	15
32–33	К-81	148	18	175	22	2,0	103	7
	987-О5	146	20	184	24	1,5	112	8
	XII	121	17	150	19	5	81	30
35	К-81	62	15	98	10	5	80	25
	987-О5	78	14	104	11	2,5	85	20
	XII	54	12	79	8	8	60	44

Физиологическое состояние дрожжей при температуре 28–30 и 32–33 °С можно оценить, как хорошее. К 24 ч сбраживания наблюдали в среднем: общее содержание дрожжей составило 97–146 млн/см³, почкующихся 14–20 млн/см³, к 48 ч общее количество дрожжей и содержание почкующихся дрожжей увеличилось на 26–42%. Так, к 48 ч брожения при температуре 28–30 °С максимальное количество дрожжевых клеток наблюдали при использовании расы дрожжей 987-О5. Оно составило: общее – 142 млн/см³, почкующихся – 22 млн/см³, а минимальное при использовании расы XII: общее содержание дрожжевых клеток составило 127 млн/см³, почкующихся 12 млн/см³. При увеличении температуры до 32–33 °С содержание общих и почкующихся дрожжей возросло до 150–184 млн/см³ и 22–24 млн/см³ соответственно. К 72 ч сбраживания при температуре 28–30 °С при использовании К-81 и 987-О 5 количество мертвых клеток составило 4–6%, против 1,0–1,7% к 48 ч, для расы XII 15% против 3% к 48 ч. Увеличение температуры до 32–33 °С не привело к существенному изменению физиологического состояния дрожжей. Но когда температура брожения была повышена до 35 °С, это существенно отразилось на физиологической активности дрожжей и более резко выявило их различие. При использовании XII расы снизилась способность дрожжей к размножению, их упитанность, вырос коэффициент гибели клеток и к 48 ч сбраживания составил 8% против 2,5% у расы 987-О5, а к 72 ч – 44% против 20–25% у рас К-81 и 987-О5.

Заключение

Определено влияние различных факторов на процесс сбраживания концентрированного сусла после выделения глютенана. Доказано, что использование расы 987-О5 и внесение протеолитических ферментных препаратов Протоферм FP и Висколаза 150L в водно-мучнистую суспензию пшеницы позволяет сократить длительность брожения с 72 до 54 ч, увеличить выход этанола с 9,1 до 11,1% об., снизить содержание несброженных углеводов с 0,7 до 0,4 г / 100 см³, а также в 1,5–2 раза снизить образование побочных метаболитов, сопутствующих синтезу этанола, и повысить концентрацию аминного азота в сусле в 2 раза.

Обогащение сусла аминокислотами в результате протеолиза белков сырья под их действием активизирует жизнедеятельность дрожжевых клеток, что приводит к повышению содержания почкующихся клеток, увеличению интенсивности процесса сбраживания сусла, глубокому сбраживанию углеводов с одновременным увеличением выхода спирта.

Увеличение выхода спирта можно также объяснить и тем, что в результате обогащения питательной среды свободными аминокислотами сокращается расход сбраживаемых углеводов на синтез биомассы дрожжей и образование вторичных продуктов брожения, главным образом, высших спиртов. Это происходит из-за прямой ассимиляции аминокислот из окружающей среды без их дезаминирования. Содержащиеся в сбраживаемой среде углеводы расходуются преимущественно на анаэробное дыхание дрожжей, и, следовательно, на образование этилового спирта.

Литература

- 1 Зуева Н.В., Агафонов Г.В., Корчагина М.В., Долгов А.Н. Влияние ферментных препаратов на основные показатели продуктов при разработке технологии переработки концентрированного сусла на этанол // Вестник ВГУИТ. Т. 79. № 2. С. 191–197.
- 2 Willberg-Keyriläinen P., Ropponen J., Lahtinen M., Pere J. Improved reactivity and derivatization of cellulose after pre-hydrolysis with commercial enzymes // BioResources. 2019. V. 14. № 1. P. 561–574.
- 3 Chniti S. et al. Kinetic of sugar consumption and ethanol production on very high gravity fermentation from syrup of dates by-products (*Phoenix dactylifera* L.) by using *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida pelliculosa* and *Zygosaccharomyces rouxii* // Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. 2019. V. 2019. P. 199–203.
- 4 Ren S. et al. Recent progress in multienzymes co-immobilization and multienzyme system applications // Chemical Engineering Journal. 2019. V. 373. P. 1254–1278.
- 5 Латышенко Е.П., Шабашев В.А. Системный подход к развитию предпринимательства // Вестник НГУЭУ. 2018. № 3. С. 44–50.
- 6 Overchenko M.B., Serba E.M., Ignatova N.I. Integrated system for quality evaluation of enzyme preparations in order to ensure the stability of biotechnological processes of food production // Biotechnology: State of the art and prospects of development: Congress proceedings VII Moscow International Congress. Moscow, 2013. P. 43.
- 7 Зуева Н.В., Агафонов Г.В., Долгов А.Н. Влияние ферментных препаратов целлюлолитического действия на эффективность гидролиза некрахмальных полисахаридов и вязкостные характеристики водно-мучнистой суспензии пшеницы при разработке комплексной ресурсосберегающей технологии глубокой переработки зернового сырья // British Journal of Science, Education and Culture. 2014. № 1(5). P. 67–72.
- 8 Rimareva L., Serba E.M., Rachkov K.V. Perspectives of creation of functional products based on microbial biomass and biocatalytic processes // Biotechnology: State of the art and prospects of development: Congress proceedings VII Moscow International Congress. Moscow, 2013. P. 2–41.
- 9 Mohsenzadeh A., Zamani A., Taherzadeh M. J. Bioethylene production from ethanol: A review and techno-economical evaluation // ChemBioEng Reviews. 2017. V. 4. № 2. P. 75–91.
- 10 Puligundla P. et al. A review of recent advances in high gravity ethanol fermentation // Renewable Energy. 2019. V. 133. P. 1366–1379.
- 11 Teschke R. Microsomal ethanol-oxidizing system: success over 50 years and an encouraging future // Alcoholism: Clinical and Experimental Research. 2019. V. 43. №. 3. P. 386–400.
- 12 de Araujo Guilherme A. et al. Ethanol production from sugarcane bagasse: use of different fermentation strategies to enhance an environmental-friendly process // Journal of environmental management. 2019. V. 234. P. 44–51.

References

- 1 Zueva N.V., Agafonov G.V., Korchagina M.V., Dolgov A.N. Influence of fermental medicines on key indicators of products when developing technology of processing of the concentrated mash on ethanol. *Proceedings of VSUET*. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 191–197. (in Russian).
- 2 Willberg-Keyriläinen P., Ropponen J., Lahtinen M., Pere J. Improved reactivity and derivatization of cellulose after pre-hydrolysis with commercial enzymes. *BioResources*. 2019. vol. 14. no. 1. pp. 561–574.
- 3 Chniti S. et al. Kinetic of sugar consumption and ethanol production on very high gravity fermentation from syrup of dates by-products (*Phoenix dactylifera* L.) by using *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida pelliculosa* and *Zygosaccharomyces rouxii*. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2019. vol. 2019. pp. 199–203.
- 4 Ren S. et al. Recent progress in multienzymes co-immobilization and multienzyme system applications. *Chemical Engineering Journal*. 2019. vol. 373. pp. 1254–1278.
- 5 Latyshenko E.P., Shabashev V.A. A systematic approach to the development of entrepreneurship. *Vestnik NSUEM*. 2018. no. 3. pp. 44–50. (in Russian).
- 6 Overchenko M.B., Serba E.M., Ignatova N.I. Integrated system for quality evaluation of enzyme preparations in order to ensure the stability of biotechnological processes of food production. *Biotechnology: State of the art and prospects of development: Congress proceedings VII Moscow International Congress*. Moscow, 2013. pp. 43.
- 7 Zueva N.V., Agafonov G.V., Dolgov A.N. Influence of enzyme preparations of cellulolytic action on the efficiency of hydrolysis of non-starch polysaccharides and viscosity characteristics of water-powdery suspension of wheat in the development of a complex resource-saving technology for deep processing of grain raw materials. *British journal of science, education and culture*. 2014. no. 1(5). pp. 67–72. (in Russian).
- 8 Rimareva L., Serba E.M., Rachkov K.V. Perspectives of creation of functional products based on microbial biomass and biocatalytic processes. *Biotechnology: State of the art and prospects of development: Congress proceedings VII Moscow International Congress*. Moscow, 2013. pp. 2–41.
- 9 Mohsenzadeh A., Zamani A., Taherzadeh M.J. Bioethylene production from ethanol: A review and techno-economical evaluation. *ChemBioEng Reviews*. 2017. vol. 4. no. 2. pp. 75–91.
- 10 Puligundla P. et al. A review of recent advances in high gravity ethanol fermentation. *Renewable Energy*. 2019. vol. 133. pp. 1366–1379.
- 11 Teschke R. Microsomal ethanol-oxidizing system: success over 50 years and an encouraging future. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*. 2019. vol. 43. no. 3. pp. 386–400.
- 12 de Araujo Guilherme A. et al. Ethanol production from sugarcane bagasse: use of different fermentation strategies to enhance an environmental-friendly process. *Journal of environmental management*. 2019. vol. 234. pp. 44–51.

Сведения об авторах

Наталья В. Зуева к.т.н., доцент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nataspirt30@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2840-398X>

Геннадий В. Агафонов д.т.н., профессор, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gvagafonov@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0346-9245>

Елизавета А. Новокшенова студент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, liza.simona2000@mail.ru

Александр Н. Долгов внешний совместитель, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, adolgov977@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-4572-7417>

Алла Е. Чусова к.т.н., доцент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, hycovai@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1237-4870>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Natalia V. Zueva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nataspirt30@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2840-398X>

Gennady V. Agafonov Dr. Sci. (Engin.), professor, technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gvagafonov@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0346-9245>

Elizabeth A. Novokshenova student, technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, liza.simona2000@mail.ru

Alexander N. Dolgov external part-time worker, technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, adolgov977@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-4572-7417>

Alla E. Chusova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, hycovai@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1237-4870>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 22/07/2020	После редакции 01/08/2020	Принята в печать 11/08/2020
Received 22/07/2020	Accepted in revised 01/08/2020	Accepted 11/08/2020

Перспективы применения съедобной посуды в общественном питании

Михаил А. Самойлов	¹	mi1995@ya.ru	 0000-0002-9450-807X
Зубаржат Р. Ахметшина	¹	ahmetshina.ZR@rea.ru	 0000-0002-4848-357X
Владлен В. Перов	²	vladlenperov@gmail.com	 0000-0002-4905-6801

¹ Российский Экономический Университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, 117997, Россия

² ПАО «Промсвязьбанк», ул. Смирновская, д. 10, строение 22, г. Москва, 109052, Россия

Аннотация. В работе рассмотрены перспективы применения инновационной одноразовой посуды и упаковочных материалов на предприятиях общественного питания. Преимуществом съедобных упаковочных материалов является то, что они не нуждаются в индивидуальном сборе и в особых условиях утилизации, в отличие от традиционных биоразлагаемых полимеров, которые не обрели широкой популярности в связи с тем, что они требуют особых условий сбора и утилизации в специально созданных условиях. Разрабатываемая одноразовая посуда, которая рассматривается в статье, изготавливается из биodeградируемых и съедобных материалов как в качестве альтернативы пластиковой посуде, так и в качестве замены традиционной посуде и функциональных емкостей, применяемых в сфере общественного питания. В данной работе представлен сравнительный анализ эффективности процесса тепловой обработки кулинарных блюд в традиционных функциональных емкостях из нержавеющей стали и в перспективных функциональных емкостях из съедобного биodeградируемого материала (пшеничных отрубей). Помимо этого, в работе представлено обоснование целесообразности процесса тепловой кулинарной обработки с последующей подачей к столу блюд, приготовленных в посуде из пшеничных отрубей. Теоретические расчеты демонстрируют нам, что затраты энергии на приготовление блюд в посуде, изготовленной из пшеничных отрубей будут меньше, чем в аналогичных по размерам традиционных функциональных емкостях, изготовленных из нержавеющей стали. Расчеты показывают, что применение посуды из пшеничных отрубей позволяет сократить издержки на процесс тепловой кулинарной обработки блюд в них. Одновременно с этим, такая посуда является прекрасной альтернативой одноразовой пластиковой посуде благодаря отсутствию отрицательного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: съедобная посуда, пшеничные отруби, тепловая обработка, упаковочные материалы, альтернатива

Prospects for the use of edible functional containers in public catering

Mikhail A. Samoilov	¹	mi1995@ya.ru	 0000-0002-9450-807X
Zubarzhat R. Akhmetshina	¹	ahmetshina.ZR@rea.ru	 0000-0002-4848-357X
Vladlen V. Perov	²	vladlenperov@gmail.com	 0000-0002-4905-6801

¹ Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny., 36, Moscow, 117997, Russia

² Public Joint-Stock Company Promsvyazbank, st. Smirnovskaya, 10, building 22, Moscow, 109052, Russia

Abstract. The paper considers the prospects for the use of innovative disposable tableware and packaging materials at catering establishments. The advantage of edible packaging materials is that they do not need individual collection and special disposal conditions, unlike traditional biodegradable polymers, which have not gained wide popularity due to the fact that they require special collection and disposal conditions in specially created conditions. The disposable tableware being developed, which is discussed in the article, is made from biodegradable and edible materials, both as an alternative to plastic tableware, and as a replacement for traditional dishes and functional containers used in the catering industry. This paper presents a comparative analysis of the efficiency of the process of heat treatment of culinary dishes in traditional functional containers made of stainless steel and in promising functional containers made of edible biodegradable material (wheat bran). In addition, the paper presents the rationale for the feasibility of the process of thermal culinary treatment with the subsequent serving to the table of dishes cooked in utensils from wheat bran. Theoretical calculations show us that the energy consumption for cooking in utensils made from wheat bran will be less than in traditional functional containers of the same size, made of stainless steel. Calculations show that the use of utensils made from wheat bran can reduce the costs of the process of thermal cooking of dishes in them. At the same time, such dishes are an excellent alternative to disposable plastic dishes due to the absence of negative impact on the environment.

Keywords: edible tableware, wheat bran, thermal, packaging materials, alternative

Для цитирования

Самойлов М.А., Ахметшина З.Р., Перов В.В. Перспективы применения съедобной посуды в общественном питании // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 85–89. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-85-89

For citation

Samoilov M.A., Akhmetshina Z.R., Perov V.V. Prospects for the use of edible functional containers in public catering. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 85–89. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-85-89

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

На сегодняшний день современные блага цивилизации создают не только удобства для людей, но и наносит непоправимый вред природе. Одноразовая посуда, упаковки, бутылки, пакеты – это все распространённые виды пластикового мусора, который мы потребляем каждый день. Люди не могут обойтись без использования одноразовой посуды, такой как миски, тарелки, стаканчики, палочки для суши и т. д. С ростом рынка еды на вынос люди все больше и чаще пользуются одноразовой посудой. Её удобства заключается в том, что после использования этой посуды ее не нужно мыть, а можно просто выбросить. Чтобы решить эту «пластиковую проблему» в последнее десятилетие ученые со всех уголков мира работают над созданием биodeградируемых и съедобных упаковочных пленок и одноразовых посуды. В связи с этим рынок производства биodeградируемых и съедобных упаковок и посуды с каждым годом увеличивается. Существует очень много разновидностей упаковочных пленок, например, для полуфабрикатов или декоративного покрытия для кондитерских изделий [1–3], фармацевтическая пленкообразующая композиция, делающая возможным введение активных ингредиентов, которые подвержены деструкции или разрушению в желудочно-кишечном тракте [4]. Основой для изготовления пленок выступают такие вещества, как яблочный жмых [5], рисовая шелуха [6], мясной или куриный бульон, сахарный сироп, фруктовый сок [7]. С целью придать им особых необходимых свойств в их состав вводят специальные наполнители, такие как гидрохлорид хитозана и бигуанидина [8], эфирное масло гвоздики [9], цитраля [10], корицы [11] для придания антибактериальных, противогрибковых или антиоксидантных свойства съедобного материала.

Также имеются много патентов и статей на изобретение одноразовой съедобной посуды. Например, одноразовые съедобные стаканчики из яблочного пюре с добавлением пектина. В качестве наполнителей добавляли сушеные кальмары, сушеные рыбки, фисташки, арахис, хлопья овсяные, рисовые, гречневые. Получали стаканчики многослойным формованием съедобной пленки [12].

В патенте [13] авторы предлагают изготовить тарелки из пшеничных отрубей и крахмала с добавлением глицерина и лимонной кислоты. После гомогенизации всю получившуюся смесь раскладывают в формы и помещают в термостат на 3 часа при температуре 65°C. Как утверждают авторы, получившаяся посуда держит

форму и пригодна для сухих и влажных продуктов и соответствует всем требованиям.

В патенте РФ 2706075 С1 авторы советуют изготовить одноразовую съедобную посуду из теста путем выпечки в формах с последующим остыванием и сушкой. В состав теста входит пшеничная мука, пшеничные отруби, свежесквашенный порошок и воду. Выпекают тарелки в формах при 200°C [14].

Опираясь на выше предложенные изобретения и статьи, мы предлагаем перспективу использования съедобной посуды в качестве одноразовой, которая состоит из зерновых культур без добавления каких-либо химических добавок и может использоваться как столовая посуда. Данная посуда может состоять из пшеничных, рисовых, овсяных отрубей или хлопьев, как по отдельности, так и смешав их вместе.

В настоящее время в РЭУ им. Г.В. Плеханова проводятся исследования, направленные на разработку материала пригодного для изготовления съедобной посуды, в которой можно проводить тепловую кулинарную обработку пищевых продуктов.

Цель работы – обоснование целесообразности применения посуды из съедобных материалов на предприятиях общественного питания, в том числе и в качестве замены традиционных функциональных емкостей на этапе тепловой обработки в жарочных и пекарных шкафах.

Материалы и методы

В работе рассматривается перспектива применения съедобной посуды, которая будет изготавливаться из пшеничных отрубей. По теплотехническим характеристикам этот материал очень близок к корке пшеничного хлеба. В соответствии с характеристиками существующей тары из аналогичного материала, такие материалы способны выдерживать температуры до 230 °C. Такой температуры достаточно для тепловой обработки пищевых продуктов в традиционных жарочных и пекарных шкафах.

На рисунке 1 представлена существующая посуда производства компании Bioterm, состоящая на 100 % из пшеничных отрубей.

В качестве методов исследования в данной работе применяются:

— сравнительный анализ процесса тепловой обработки кулинарных блюд в емкостях из традиционного материала (пищевой нержавеющей стали) и в емкостях из съедобного материала (пшеничных отрубей);

— оценка целесообразности тепловой кулинарной обработки и подачи к столу блюд, приготовленных в посуде из съедобного материала (пшеничных отрубей) с традиционным способом приготовления блюд и их подачи к столу.



Рисунок 1. Посуда производства компании Bioterm

Figure 1. Cookware manufactured by Bioterm

Результаты и обсуждение

Для проведения сравнительного анализа обратимся к затратам энергии, [Дж], необходимым для нагрева функциональной емкости равных линейных размеров, изготовленной из пищевой нержавеющей стали и пшеничных отрубей.

Для этого обратимся к затратам энергии на нагрев функциональных емкостей в процессе тепловой обработки продуктов, нагреваемых в этих емкостях, в традиционном жарочном шкафу. Линейные размеры этих емкостей прием одинаковыми.

Затраты энергии Q , [Дж], необходимые для нагрева одной функциональной емкости определим по формуле:

$$Q = c \times m \times \Delta t, \text{ [Дж]},$$

где c – теплоемкость, [Дж/(кг×К)]; m – масса функциональной емкости, кг; Δt – разность между конечной и начальной температурой функциональной емкости, [К].

Как известно, $m = \rho V$, где ρ – плотность, [кг/м³]; V – объем, [м³].

Таким образом, $Q = c\rho V\Delta t$.

В связи с тем, что тепловая обработка пищевых продуктов в жарочных шкафах занимает достаточно много времени (более 20 минут), то, как правило, функциональная емкость в жарочном шкафу нагревается до температуры рабочей камеры. Таким образом, разность температур Δt для стальных и биоразлагаемых (съедобных) функциональных емкостей – одинакова ($\Delta t_{\text{емкости из стали}} = \Delta t_{\text{емкости из отрубей}}$).

В связи с тем, что линейные размеры емкостей – одинаковы, то и объемы, занимаемые этими емкостями – тоже одинаковы ($V_{\text{емкости из стали}} =$

$= V_{\text{емкости из отрубей}}$), а, следовательно, затраты энергии на нагрев емкостей будут определяться их теплоемкостью и плотностью.

$$\frac{Q_{\text{емкости из стали}}}{Q_{\text{емкости из отрубей}}} = \frac{c_{\text{емкости из стали}} \times \rho_{\text{емкости из стали}}}{c_{\text{емкости из отрубей}} \times \rho_{\text{емкости из отрубей}}}$$

В таблице 1 представлена теплоемкость и плотность емкостей из пищевой нержавеющей стали и отрубей и отношение затрат энергии на нагрев емкости из пищевой нержавеющей стали к затратам энергии на нагрев емкости из пшеничных отрубей.

Таблица 1.

Теплоемкость, плотность и отношение затрат энергии функциональных емкостей из пищевой нержавеющей стали и пшеничных отрубей

Table 1.

Heat capacity, density and energy consumption ratio of functional containers made of food grade stainless steel and wheat bran

$c_{\text{емкости из стали}}$ Дж/(кг*К)	$c_{\text{емкости из отрубей}}$ Дж/(кг*К)	$\rho_{\text{емкости из стали}}$ кг/м³	$\rho_{\text{емкости из отрубей}}$ кг/м³	$\frac{Q_{\text{емкости из стали}}}{Q_{\text{емкости из отрубей}}}$
c_{steel} containers J/(kg*K)	c_{bran} containers J/(kg*K)	ρ_{steel} containers kg/m³	ρ_{bran} containers kg/m³	$\frac{Q_{\text{steel containers}}}{Q_{\text{bran containers}}}$
430	1500	7900	602	7,37

Из полученных данных следует, что при равных линейных размерах, затраты энергии на приготовление блюд в емкостях из пшеничных отрубей будут меньше.

Теперь обратимся непосредственно к раздаче блюд после их приготовления на предприятиях общественного питания. Известно, что после приготовления блюд в функциональных емкостях, их перекладывают на тарелки и подают к столу. Однако, тарелки из съедобного материала (пшеничные отруби) позволяют производить тепловую обработку блюд напрямую в них. Таким образом, на предприятии общественного питания пропадает необходимость применения функциональных емкостей для приготовления целого ряда изделий. Одновременно с этим, также упраздняется и необходимость мойки функциональных емкостей (которые не используются) и посуды (которая является съедобной (биоразлагаемой) и одноразовой) (рисунок 2 и 3).

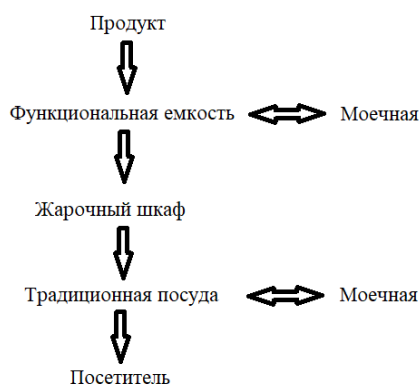


Рисунок 2. Традиционный путь тары для кулинарных блюд на предприятии общественного питания

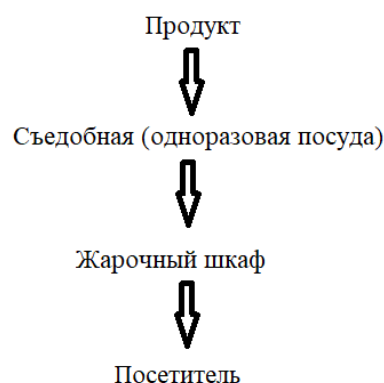


Рисунок 3. Путь съедобной (биоразлагаемой) тары на предприятии общественного питания

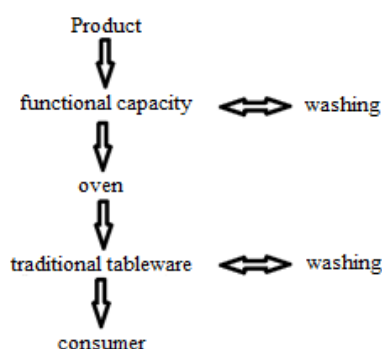


Figure 2. The traditional way of packaging for culinary dishes in a catering establishment

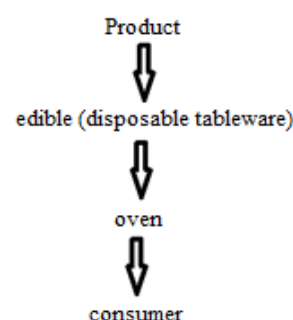


Figure 3. The path of edible (biodegradable) containers in a catering establishment

Заклучение

По итогам проделанной работы мы можем сделать вывод о наличии перспектив в применении съедобных (биоразлагаемой) посуды в общественном питании. Однако, говорить однозначно об экономическом эффекте от применения такой посуды пока не представляется возможным, так как требуются дальнейшие исследования, направленные на поиск оптимальной технологии изготовления съедобной посуды для сферы общественного питания, и, вероятно, потребуется разработка узкоспеци-

ализированного оборудования с высокой производительностью для изготовления этой посуды. В случае успешного решения этой задачи, можно будет достоверно оценить сокращение издержек при производстве кулинарных блюд в съедобной посуде, и объем рынка, на который эта посуда может претендовать в качестве замены одноразовой пластиковой посуде. Несомненно, что с течением времени всё больше людей уделяет внимание проблемам окружающей среды, что будет являться дополнительным стимулом успешного выхода на рынок нашей разработки.

Литература

- 1 Пат. № 2655740, RU, A23P 20/10, 4/10, A61K 9/48. Съедобная пищевая пленка / Долганова Н.В., Якубова О.С., Сергазиева О.Д. № 2016146873; Заявл. 29.11.2016; Оpubл. 29.05.2018, Бюл. № 16.
- 2 Пат. № 2525926, RU, C08J 5/18, A61K 47/36. Водорастворимая биodeградируемая съедобная упаковочная пленка / Никулина М.А., Нугманов А.Х.-Х., Титова Л.М., Алексанян И.Ю., Пленкин А.В. № 2013100494/13; Заявл. 09.01.2013; Оpubл. 20.08.2014, Бюл. № 23.
- 3 Пат. № 2223653, RU, A22C 13/00. Съедобное формовочное изделие в виде плоской или рукавной пленки / Хаммер К.-Д., Гролиг Г., Алерс М., Делиус У. № 99119098/12; Заявл. 19.12.1997; Оpubл. 20.02.2004, Бюл. № 5.
- 4 Пат. № 2445977, RU, A61K 47/36, 9/70, A61P 25/34, 29/00. Водорастворимые пленки, содержащие маловязкие альгинаты / Стенберг Ч., Хюбинетте Ф. № 2008130391/15; Заявл. 22.12.2006; Оpubл. 27.03.2012, Бюл. № 9.
- 5 Gustafsson J., Landberg M., Bátori V., Åkesson D. et al. Development of Bio-Based Films and 3D Objects from Apple Pomace// *Polymers*. 2019. V. 11. P. 289.
- 6 Mallick N., Soni A. B., Pal D. Improving the Mechanical, Water Vapor Permeability, Antimicrobial properties of Corn-Starch/Poly Vinyl Alcohol film (PVA): Effect of Rice husk fiber (RH) & Alovera gel (AV) // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. V. 798. doi:10.1088/1757-899X/798/1/012002
- 7 Пат. № 2525926, RU, C08J 5/18, A61K 47/36. Водорастворимая биodeградируемая съедобная упаковочная пленка / Никулина М.А., Нугманов А.Х.-Х., Титова Л.М., Алексанян И.Ю., Пленкин А.В. № 2013100494/13; Заявл. 09.01.2013; Оpubл. 20.08.2014, Бюл. № 23.
- 8 Salama H.E., Abdel Aziz M.S., Sabaa M.W. Novel biodegradable and antibacterial edible films based on alginate and chitosan biguanidine hydrochloride // *Int. J. Biological Macromol*. 2018. V. 119. P. 443–450.
- 9 Dashipour A., Khaksar R., Hosseini H., Aliabahi S.S. et al Physical, antioxidant and antimicrobial characteristics of carboxymethyl cellulose edible film cooperated with clove essential oil // *Zahedan J. Res. Med. Sci*. 2014. V. 16 (8). P. 34–42.

- 10 Siracusa V., Romani S., Gigli M., Mannozi C. et al. Characterization of active edible films based on citral essential oil, alginate and pectin // Materials. 2018. V. 11. P. 1980.
- 11 Sharma D., Dhanjal D.S., Mittal B. Development of edible biofilm containing cinnamon to control food-borne pathogen // J. Appl. Pharmac. Sci. 2017. V. 7 (1). P. 160–164.
- 12 Еремеева Н.Б., Макарова Н.В., Елисеева Е.А. Оценка органолептических и физико-химических свойств съедобных стаканов на основе яблочного сырья с использованием различных наполнителей: сушеных снежков, орехов, семян, зерновых хлопьев // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2019. № 50.
- 13 Пат. № 2710151, RU, A21B 3/13. Съедобная посуда / Павловская Н.Е., Гаврилова А.Ю., Гагарина И.Н., Горькова И.В., Гуляева К.Н. № 2019102576; Заявл. 30.01.2019; Опубл. 24.12.2019, Бюл. № 36.
- 14 Пат. № 2706075, RU, A21D 13/33, 13/48, 2/36. Одноразовая съедобная посуда / Ерофеев А.В., Хубларов К.В. № 2019109353; Заявл. 29.03.2019; Опубл. 13.11.2019, Бюл. № 32.
- 15 Функциональные емкости. URL: https://studref.com/440836/tehnika/funktsionalnye_emkosti
- 16 ГОСТ 28116–95. Емкости функциональные для предприятий общественного питания. Основные и присоединительные размеры и технические требования. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-28116-95>

References

- 1 Dolganova N.V., Yakubova O.S., Sergazieva O.D. Edible food film. Patent RF, no. 2655740, 2018.
- 2 Nikulina M.A., Nugmanov A.Kh.-Kh., Titova L.M., Aleksanyan I.Yu., Plenkin A.V. Water-soluble biodegradable edible packaging film. Patent RF, no. 2525926, 2014.
- 3 Hammer K.-D., Grolig G., Ahlers M., Delius U. Edible molding product in the form of a flat or tubular film. Patent RF, no. 2223653, 2004.
- 4 Stenberg Ch., Hubinette F. Water-soluble films containing low-viscosity alginates. Patent RF, no. 2445977, 2012.
- 5 Gustafsson J., Landberg M., Bátori V., Åkesson D. et al. Development of Bio-Based Films and 3D Objects from Apple Pomace. Polymers. 2019. vol. 11. pp. 289.
- 6 Mallick N., Soni A. B., Pal D. Improving the Mechanical, Water Vapor Permeability, Antimicrobial properties of Corn-Starch/Poly Vinyl Alcohol film (PVA): Effect of Rice husk fiber (RH) & Alovera gel (AV). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. vol. 798. doi:10.1088/1757-899X/798/1/012002
- 7 Nikulina M.A., Nugmanov A.Kh.-Kh., Titova L.M., Aleksanyan I.Yu., Plenkin A.V. Water-soluble biodegradable edible packaging film. Patent RF, no. 2525926, 2014.
- 8 Salama H.E., Abdel Aziz M.S., Sabaa M.W. Novel biodegradable and antibacterial edible films based on alginate and chitosan biguanidine hydrochloride. Int. J. Biological Macromol. 2018. vol. 119. pp. 443–450.
- 9 Dashipour A., Khaksar R., Hosseini H., Aliabadi S.S. et al Physical, antioxidant and antimicrobial characteristics of carboxymethyl cellulose edible film cooperated with clove essential oil. Zahedan J. Res. Med. Sci. 2014. vol. 16 (8). pp. 34–42.
- 10 Siracusa V., Romani S., Gigli M., Mannozi C. et al. Characterization of active edible films based on citral essential oil, alginate and pectin. Materials. 2018. vol. 11. pp. 1980.
- 11 Sharma D., Dhanjal D.S., Mittal B. Development of edible biofilm containing cinnamon to control food-borne pathogen. J. Appl. Pharmac. Sci. 2017. vol. 7 (1). pp. 160–164.
- 12 Eremeeva N.B., Makarova N.V., Eliseeva E.A. Assessment of organoleptic and physicochemical properties of edible glasses based on apple raw material using various fillers: dried snacks, nuts, seeds, cereal flakes. Bulletin of Kamchatka State Technical University. 2019. no. 50. (in Russian).
- 13 Pavlovskaya N.E., Gavrilova A.Yu., Gagarina I.N., Gorkova I.V., Gulyaeva K.N. Edible tableware. Patent RF, no. 2710151, 2019.
- 14 Erofeev A.V., Khublarov K.V. Disposable edible tableware. Patent RF, no. 2706075, 2019.
- 15 Functional capacities. Available at: https://studref.com/440836/tehnika/funktsionalnye_emkosti (in Russian).
- 16 GOST 28116–95. Functional containers for catering establishments. Basic and connecting dimensions and technical requirements. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost-28116-95> (in Russian).

Сведения об авторах

Михаил А. Самойлов аспирант, кафедра ресторанного бизнеса, Российский Экономический Университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, 119997, Россия, mi1995@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9450-807X>

Зубаржат Р. Ахметшина магистр, кафедра химии инновационных материалов и технологий, Российский Экономический Университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, 119997, Россия, ahmetshina.ZR@rea.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4848-357X>

Владлен В. Перов к.э.н., управляющий эксперт, ПАО «Промсвязьбанк», ул. Смирновская, д. 10, строение 22, г. Москва, 109052, Россия, vladlenperov@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4905-6801>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Mikhail A. Samoilov graduate student, restaurant business department, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny., 36, Moscow, 11997, Russia, mi1995@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9450-807X>

Zubarzhat R. Akhmetshina master, chemistry of innovative materials and technologies department, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny., 36, Moscow, 11997, Russia, ahmetshina.ZR@rea.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4848-357X>

Vladlen V. Perov Cand. Sci. (Econ.), managing expert, Public Joint-Stock Company Promsvyazbank, st. Smirnovskaya, 10, building 22, Moscow, 109052, Russia, vladlenperov@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4905-6801>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 21/07/2020	После редакции 01/08/2020	Принята в печать 10/08/2020
Received 21/07/2020	Accepted in revised 01/08/2020	Accepted 10/08/2020

Применение сывороточных белковых ингредиентов для получения имитаторов молочного жира

Елена И. Мельникова¹ melnikova@molvest.ru  0000-0002-3474-2534
 Екатерина Б. Станиславская¹ tereshkova-katia@ya.ru  0000-0002-0955-6238
 Ксения Ю. Баранова¹ ksbaranova32@gmail.com

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

Аннотация. В статье представлены сведения о влиянии условий термомеханической обработки на свойства растворов сухих сывороточных белковых ингредиентов: концентратов и изолятов сывороточных белков. Начальным этапом получения имитаторов свойств жира является тепловая обработка белковых растворов до температуры, превышающей порог денатурации (65 – 75 °C). Формирование из образовавшихся агрегатов частиц, схожих с жировыми шариками, происходит в ходе последующего механического воздействия. Существенное влияние на процесс денатурации оказывает массовая доля белка. При повышении ее значения количество столкновений между первичными агрегатами растет, а следовательно, и вероятность коагуляции. В растворах изолятов, скорость денатурации была высокой, происходила интенсивная, необратимая коагуляция при всех концентрациях белка. Агрегаты характеризовались как пористые, разветвленные и полидисперсные. Повышение скорости сдвига при механическом воздействии приводило к еще большему увеличению агрегатов. Образцы, полученные при высоких скоростях сдвига, характеризовались выраженной физической нестабильностью. Высокая степень седиментации подтверждала большие размеры белковых агрегатов. Суспензии характеризовались как крупитчатые. Для растворов концентратов скорость денатурации и интенсивность коагуляции были ниже. Присутствие лактозы предохраняло белки от быстрой потери растворимости, стабилизируя их структуру против термического разворачивания. Агрегаты характеризовались круглой компактной формой, размер частиц имел небольшой разброс. Изменение массовой доли белка образцов суспензий концентратов не оказывало существенного влияния на размер и форму агрегатов. Увеличение скорости вращения ротора способствовало снижению размера частиц. Растворы характеризовались седиментационной устойчивостью, имели однородную густую консистенцию, имитирующую свойства жироводержащих продуктов.

Ключевые слова: концентрат, сывороточные белки, изолят, термомеханическая обработка, имитатор жира

Use of whey protein ingredients to produce milk fat simulants

Elena I. Melnikova¹ melnikova@molvest.ru  0000-0002-3474-2534
 Ekaterina B. Stanislavskaja¹ tereshkova-katia@ya.ru  0000-0002-0955-6238
 Ksenia Yu. Baranova¹ ksbaranova32@gmail.com

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

Abstract. The article deals with the problem of thermomechanical processing conditions influence on the properties of dry whey protein ingredient solutions: whey protein concentrates and isolates. The initial stage of obtaining fat property mimics is heat treatment of protein solutions to the temperature exceeding the denaturation threshold (65-75 °C). The next mechanical impact on the aggregates obtained leads to the formation of the particles similar to the fat globules. Protein mass fraction has a significant influence on the denaturation process. When its value becomes larger, the number of collisions between primary aggregates increases as well as the coagulation probability. In isolate solutions the denaturation rate was high, and it was observed intensive, irreversible coagulation at all protein concentrations. Aggregates were characterized as porous, branched, and polydisperse. Shear rate increase under mechanical impact resulted in even greater aggregates growth. Samples obtained at high shear rates were characterized by apparent physical instability. Large size of the protein aggregates was confirmed by a high degree of sedimentation. Suspensions were characterized as granular. The denaturation rate and coagulation intensity were lower in concentrate solutions. Presence of lactose helped to protect proteins from rapid loss of solubility by stabilizing their structure against thermal unfolding. The aggregates were characterized by a round compact shape, and the particle size didn't differ a lot. Protein mass fraction change of the concentrate suspension samples did not have significant influence on the aggregates size and shape. Rotor rotation speed increase contributed to the particle size decrease. The solutions were characterized by the sedimentation stability and they had a uniform thick consistency imitating properties of the fat-containing products.

Keywords: concentrate, whey proteins, isolate, thermomechanical treatment, fat simulator

Введение

Одной из важных задач молочной промышленности является рациональное использование сырья на основе безотходных технологий и эффективного использования вторичных ресурсов отрасли. Большим потенциалом характеризуется молочная сыворотка,

а также продукты ее переработки [1–4]. Особого внимания заслуживают сывороточные белковые ингредиенты, мировой рынок которых суммарно оценивается в 800 тыс. т в год (рисунок 1). Наиболее востребованными из них являются концентраты (WPC) и изоляты (WPI) сывороточного белка [5].

Для цитирования

Мельникова Е.И., Станиславская Е.Б., Баранова К.Ю. Применение сывороточных белковых ингредиентов для получения имитаторов молочного жира // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 90–95. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-90-95

For citation

Melnikova E.I., Stanislavskaja E.B., Baranova K.Yu. Use of whey protein ingredients to produce milk fat simulants. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 90–95. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-90-95

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

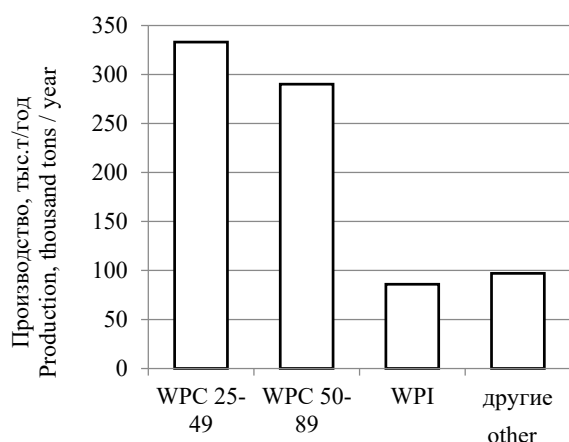


Рисунок 1. Мировой рынок сыровороточных белковых ингредиентов

Figure 1. World market for whey protein ingredients

Спрос на сыровороточные белковые ингредиенты ежегодно растет. Это обусловлено развитием индустрии функционального, детского и других видов специализированного питания. WPC 70–89 (с массовой долей белка 70–89% в составе сухих веществ продукта), а также WPI наиболее часто используют при производстве лечебного питания, детских смесей и продуктов для спортсменов. Концентраты с долей белка менее 70% направляют для обогащения традиционных продуктов и с целью замены обезжиренного молока [6].

Перспективна более глубокая модификация сыровороточных белков с применением денатурации, механической обработки, ферментативного гидролиза и других методов, позволяющая расширить направления реализации этих компонентов [7]. Такие виды воздействия позволяют направленно изменять функционально-технологические свойства белковых ингредиентов для эффективного использования в пищевой промышленности. Перспективным методом регулирования состава и свойств является термомеханическая обработка (микропартикуляция), позволяющая получить уникальную структуру, имитирующую свойства жира [8–9].

Производство сухих сыровороточных ингредиентов сопровождается изменением первоначальных свойств сырья: в результате физико-химических процессов частично денатурируют сыровороточные белки, выпадает в осадок фосфат кальция, разрушается часть витаминов и т. п. Частицы полученных продуктов содержат небольшое количество жировых шариков, равномерно распределенных в аморфной лактозе и белке, представляющих собой непрерывную фазу [10]. Вызывает интерес поведение сыровороточных белковых ингредиентов в ходе дальнейшей обработки (микропартикуляции) [11].

На структуру, свойства и направления эффективного промышленного использования имитаторов жира оказывают влияние условия термомеханической обработки. В этой связи, целью работы было исследование влияния технологических параметров (в частности доли и источника сыровороточных белков, скорости вращения ротора гомогенизирующего устройства) на свойства имитаторов жира, полученных на основе сыровороточных ингредиентов.

Материалы и методы

Исследования были проведены в лаборатории кафедры технологии продуктов животного происхождения ФГБОУ ВО «ВГУИТ» и ООО «Моллаб». В качестве объектов исследования рассматривали концентрат сыровороточных белков, полученные на сыродельном заводе «Калачеевский», изолят сыровороточных белков, приобретенный в торговой сети (таблица 1), а также образцы имитаторов свойств жира, полученные на их основе.

Таблица 1.
Состав сыровороточных белковых ингредиентов

Table 1.

Whey Protein Ingredients

Компонент Component	Массовая доля, % Mass fraction, %	
	WPC	WPI
Влага Moisture	6,0	6,0
Белок Protein	76,0	88,0
Жир Fat	5,5	1,0
Зола Ash	4,5	4,0
Лактоза Lactose	8,0	1,0

Для получения имитаторов свойств жира WPC и WPI растворяли в дистиллированной воде до получения модельных растворов с массовой долей сухих веществ от 8 до 18%. Полученные растворы хранили при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ для обеспечения гидратации белков. Согласно стандартной последовательности технологических операций для получения микропартикулятов [12], растворы подвергали термомеханической обработке. Нагрев проводили до температуры $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержкой 5 мин. Механическое воздействие осуществляли с помощью цифрового лабораторного гомогенизатора HG-15D-Set-A при различных значениях скорости вращения ротора (от 5000 до 20000 об/мин).

Пробы объектов исследования отбирали и подготавливали к анализам в соответствии со стандартом ISO 707:2008 (IDF 50: 2008) Milk and milk products. Guidance on sampling. Оценку органолептических показателей проводили в соответствии со стандартом ISO 22935–2:2009 Milk and milk products. Sensory analysis. Part 2: Recommended methods for sensory evaluation. Показатели состава объектов исследования, их физико-химические свойства определяли в соответствии с Российскими стандартами. Определение вязкости проводили на ротационном вискозиметре Brookfield RVDV-II+ Pro. Микроструктуру объектов исследования оценивали с помощью бинокулярного микроскопа Альтами БИО 6.

Для определения размеров частиц применяли объектомикромметр. Степень денатурации сывороточных белков определяли центрифужным методом [13].

Математическую обработку эксперимента проводили методами математической статистики по данным 5 – 10 опытов в трехкратной последовательности. Графические зависимости на рисунках представлены после обработки экспериментальных данных по методу наименьших квадратов.

Результаты и обсуждение

Начальным этапом получения имитаторов свойств жира является тепловая обработка белковых растворов до температуры, превышающей порог денатурации (65–75 °C). Формирование из образовавшихся агрегатов частиц, схожих с жировыми шариками, происходит в ходе последующего механического воздействия. Разрушение первичных агрегатов, образованных в ходе тепловой обработки, осуществляется в результате колебания давления в потоке жидкости при вращении ротора и (или) при разрушении частиц, ввиду столкновений друг с другом.

Для растворов WPC и WPI процесс денатурации определяется, главным образом, поведением

их основной фракции – β -лактоглобулина. По Соьеру [14] это четырехстадийный процесс, учитывающий диссоциацию димеров в субъединицы. Распад димеров β -лактоглобулина осуществляется на первой стадии денатурации при температуре 40 °C и сопровождается разрывом гидрофобных и водородных связей. При температуре выше 70 °C глобулярные молекулы начинают разворачиваться с высвобождением сульфгидрильных групп (рисунок 2).

На третьей стадии происходит образование небольших агрегатов, скрепляемых дисульфидными мостиками. Дальнейший рост температуры способствует повышению активности сульфгидрильных групп, высвобождению остатков тирозина и триптофана, что приводит к образованию новых нековалентных связей. Повышение температуры вызывает необратимую денатурацию белка с формированием высокомолекулярных агрегатов – полимеризацию. Рост агрегатов происходит ввиду броуновского движения мелких денатурированных частиц белка и их последующего столкновения друг с другом.

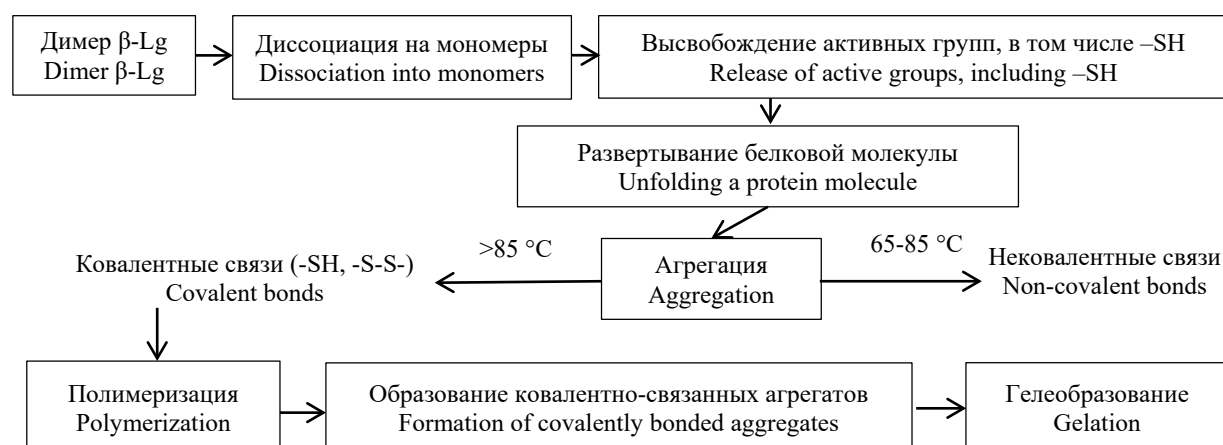


Рисунок 2. Схематическое изображение процесса денатурации β -лактоглобулина

Figure 2. Schematic representation of β -lactoglobulin denaturation process

Существенное влияние на процесс денатурации оказывает массовая доля белка. При повышении ее значения количество столкновений между первичными агрегатами растет, а следовательно, и вероятность коагуляции. Агрегированные молекулы β -лактоглобулина быстро и беспорядочно объединяются и осаждаются из раствора. Повышение массовой доли белка увеличивает скорость и эффективность денатурации (рисунок 3), а также приводит к увеличению вязкости раствора. Это препятствует броуновскому движению частиц, и эффективность столкновений повышается.

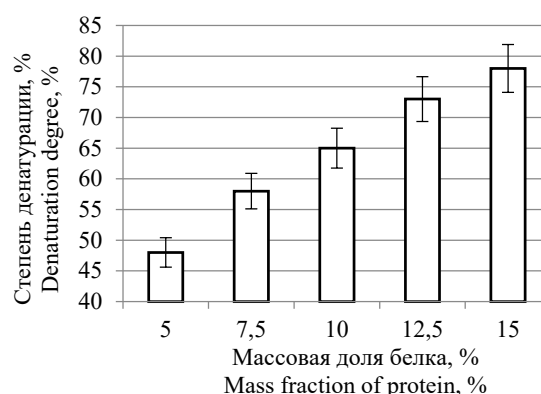


Рисунок 3. Влияние массовой доли белка в растворах сывороточных белковых ингредиентов на степень денатурации

Figure 3. Influence of the mass fraction of protein in solutions of whey protein ingredients on the degree of denaturation

В растворах WPI, характеризующихся высокой долей белка в сухом веществе, скорость денатурации была высокой, происходила интенсивная, необратимая коагуляция при всех концентрациях белка. Применение механического воздействия способствовало разрушению первичных агрегатов. Однако, формирования мелких частиц не происходило. Крупные частицы с небольшим коэффициентом диффузии практически неподвижны в дисперсионной среде. Они становятся центрами агрегации, к ним устремляются со всех сторон мелкие частицы с большим коэффициентом диффузии. Образующиеся агрегаты WPI характеризовались как пористые, разветвленные и полидисперсные (рисунок 4).

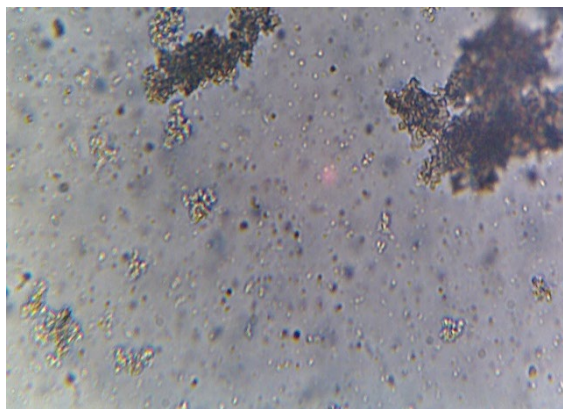


Рисунок 4. Микроструктура (x100) раствора WPI после термомеханической обработки (скорость вращения ротора 10000 об/мин)

Figure 4. Microstructure (x100) of WPI solution after thermomechanical treatment (rotor speed 10000 rpm)

Формирование скоплений денатурированного белка в растворах WPI можно упрощенно охарактеризовать как быструю коагуляцию, подчиняющуюся теории Смолуховского [15]. Согласно ее положений, при определенных условиях полностью исчезают силы отталкивания между частицами, а любое столкновение частиц приводит к их агрегации. Размер агрегатов быстро возрастает из-за высокой плотности раствора, а приложенное механическое воздействие лишь интенсифицирует агрегацию, за счет повышения количества столкновений между частицами. Повышение скорости сдвига при механическом воздействии приводило к еще большему увеличению агрегатов WPI (рисунок 5).

Образцы, полученные при высоких скоростях сдвига, характеризовались выраженной физической нестабильностью. После хранения в течение 24 часов в них наблюдался осадок. Доля отделившейся влаги росла с увеличением скорости сдвига. Высокая степень седиментации подтверждала большие размеры белковых агрегатов. Суспензии характеризовались как крупитчатые.

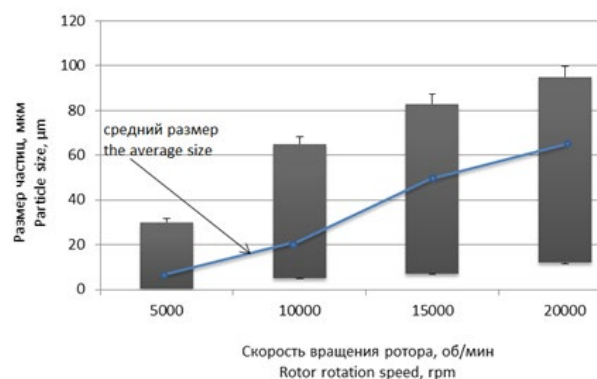


Рисунок 5. Влияние скорости вращения ротора на дисперсный состав частиц микропартикулированного раствора WPI

Figure 5. Influence of the rotor speed on the disperse composition of particles of the microparticulated WPI solution

Для растворов WPC скорость денатурации и интенсивность коагуляции были ниже. Присутствие лактозы предохраняло белки от быстрой потери растворимости, стабилизируя их структуру против термического развертывания. Агрегаты, образованные в растворах WPC, характеризовались круглой компактной формой, размер частиц имел небольшой разброс (рисунок 6). Изменение массовой доли белка не оказывало существенного влияния на размер и форму частиц.

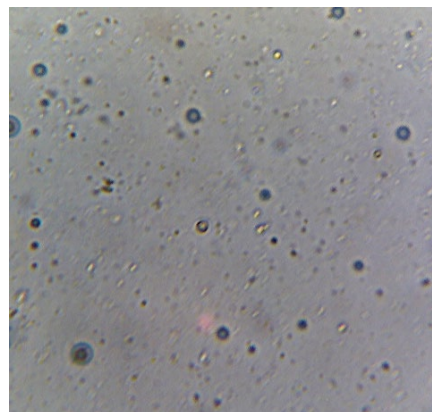


Рисунок 6. Микроструктура (x100) раствора WPC после термомеханической обработки (скорость вращения ротора 10000 об/мин)

Figure 6. Microstructure (x100) of WPC solution after thermomechanical treatment (rotor speed 10000 rpm)

При скорости вращения ротора 5000 об/мин наблюдались незначительные изменения размера первичных агрегатов в растворах WPC. Силы сдвига было недостаточно, чтобы стать причиной разрушения сгустков, образовавшихся при тепловой обработке. С ростом скорости сдвига размер частиц снижался (рисунок 7).

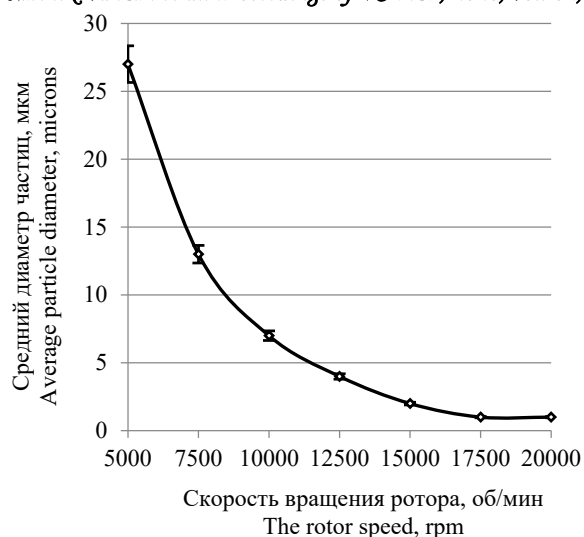


Рисунок 7. Влияние скорости вращения ротора на средний размер частиц микропартикулированного раствора WPC

Figure 7. Influence of rotor speed on the average particle size of microparticulated WPC solution

Более широкое распределение белковых частиц по всему объему раствора WPC (в сравнении с WPI) приводило к тому, что не все столкновения были эффективны для образования прочных связей, и не вызывали роста агрегатов. Механическое воздействие способствовало разрушению скоплений и формированию сферических частиц правильной округлой формы. Растворы характеризовались седиментационной устойчивостью, имели однородную густую консистенцию, имитирующую свойства жиродержащих продуктов (рисунок 8).

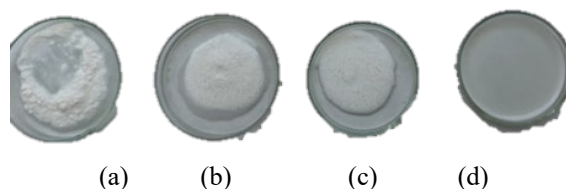


Рисунок 8. Влияние скорости вращения ротора на внешний вид и седиментационную устойчивость микропартикулированного раствора WPC: а) 5000 об/мин, б) 10000 об/мин, в) 15000 об/мин, д) 20000 об/мин

Figure 8. Influence of the rotor speed on the appearance and sedimentation stability of the microparticulated WPC solution: a) 5000 rpm, b) 10000 rpm, c) 15000 rpm, d) 20,000 rpm

Заключение

Выполненные исследования позволили установить влияние условий термомеханической обработки на свойства растворов сухих сывороточных белковых ингредиентов. Установлено, что микропартикуляция раствора WPI приводит к формированию физически не устойчивых суспензий, характеризующихся полидисперсностью частиц и присутствием крупных белковых агрегатов. Такие свойства не позволяют эффективно использовать раствор WPI в качестве имитатора свойств жира. Микропартикуляция растворов WPC способствовала получению однородной устойчивой системы с монодисперсным распределением частиц по размерам. Это позволит эффективно применять растворы WPC для имитации свойств жира в различных продуктах питания.

Литература

- 1 Talha A., Rana M.A., Haassan A., Ubaid ur R. et al. Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review // *Trends in Food Science & Technology*. 2019. № 88. P. 361–372. doi: 10.1016/j.tifs.2019.04.003
- 2 Володин Д.Н., Гридин А.С., Евдокимов И.А. Сохраняя самое ценное // *Молочная промышленность*. 2019. № 1. С. 48–49.
- 3 Золотарева М.С., Володин Д.Н., Евдокимов И.А., Харитонов В.Д. Мембранные технологии для обеспечения эффективности и безопасности молочного производства // *Молочная промышленность*. 2018. № 5. С. 36–39.
- 4 Храмцов А.Г. Новации молочной сыровотки. СПб.: Профессия, 2016. 490 с.
- 5 Smithers G.W. Whey-ing up the options – Yesterday, today and tomorrow // *International Dairy Journal*. 2015. № 48. P. 2–14. doi: 10.1016/j.idairyj.2015.01.011
- 6 de Castro R.J.S., Domingues M.A.F., Ohara A., Okuro P.K. et al. Whey protein as a key component in food systems: Physicochemical properties, production technologies and applications // *Food Structure*. 2017. № 14. P. 17–29. doi: 10.1016/j.foostr.2017.05.004
- 7 Wen-qiong W., Yun-chao W., Xiao-feng Z., Rui-xia G. et al. Whey protein membrane processing methods and membrane fouling mechanism analysis // *Food Chemistry*. 2019. № 289. P. 468–481. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.03.086
- 8 Olivares M.L., Shahrivar K., de Vicente J. Soft lubrication characteristics of microparticulated whey proteins used as fat replacers in dairy systems // *Journal of Food Engineering*. 2019. № 245. P. 157–165. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2018.10.015
- 9 Torres I.C., Mutaf G., Larsen F.H., Ipsen R. Effect of hydration of microparticulated whey protein ingredients on their gelling behaviour in a non-fat milk system // *Journal of Food Engineering*. 2016. № 184. P. 31–37. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2016.03.018
- 10 Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. СПб.: ГИОРД, 2015. 336 с.
- 11 Мельникова Е.И., Лосев А.Н., Станиславская Е.Б., Коротков Е.Г. Творог с микропартикулятом сывороточных белков // *Молочная промышленность*. 2016. № 1. С. 31–33.
- 12 Melnikova E.I., Stanislavskaja E.B., Losev A.N. Microparticulation of Caseic Whey to Use in Fermented Milk Production // *Foods and Raw Materials*. 2017. № 5(2). P. 83–93.
- 13 Тихомирова Н.А., Комолова Г.С., Ионова И.И. Биологически активные белки молока. М.: МГУПБ. 2004. 80 с.
- 14 Гунькова П.И., Горбатова К.К. Биотехнологические свойства белков молока. СПб.: ГИОРД. 2015. 216 с.
- 15 Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П. Коллоидная химия. СПб.: Лань. 2020. 336 с.

References

- 1 Talha A., Rana M.A., Haassan A., Ubaid ur R. et al. Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2019. no. 88. pp. 361–372. doi: 10.1016/j.tifs.2019.04.003
- 2 Volodin D.N., Gridin A.S., Evdokimov I.A. Keeping the most valuable. *Dairy industry*. 2019. no. 1. pp. 48–49. (in Russian).
- 3 Zolotareva M.S., Volodin D.N., Evdokimov I.A., Kharitonov V.D. Membrane technologies for ensuring the efficiency and safety of dairy production. *Dairy industry*. 2018. no. 5. pp. 36–39. (in Russian).
- 4 Khramtsov A.G. Innovations of milk whey. Saint Petersburg, Professiya, 2016. 490 p. (in Russian).
- 5 Smithers G.W. Whey-ing up the options – Yesterday, today and tomorrow. *International Dairy Journal*. 2015. no. 48. pp. 2–14. doi: 10.1016/j.idairyj.2015.01.011
- 6 de Castro R.J.S., Domingues M.A.F., Ohara A., Okuro P.K. et al. Whey protein as a key component in food systems: Physicochemical properties, production technologies and applications. *Food Structure*. 2017. no. 14. pp. 17–29. doi: 10.1016/j.foostr.2017.05.004
- 7 Wen-qiong W., Yun-chao W., Xiao-feng Z., Rui-xia G. et al. Whey protein membrane processing methods and membrane fouling mechanism analysis. *Food Chemistry*. 2019. no. 289. pp. 468–481. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.03.086
- 8 Olivares M.L., Shahrivar K., de Vicente J. Soft lubrication characteristics of microparticulated whey proteins used as fat replacers in dairy systems. *Journal of Food Engineering*. 2019. no. 245. pp. 157–165. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2018.10.015
- 9 Torres I.C., Mutaf G., Larsen F.H., Ipsen R. Effect of hydration of microparticulated whey protein ingredients on their gelling behaviour in a non-fat milk system. *Journal of Food Engineering*. 2016. no. 184. pp. 31–37. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2016.03.018
- 10 Gorbato K.K. Biochemistry of milk and dairy products. Saint Petersburg, GIOR, 2015. 336 p. (in Russian).
- 11 Melnikova E.I., Losev A.N., Stanislavskaya E.B., Korotkov E.G. Cottage cheese with whey protein microparticulate. *Dairy industry*. 2016. no. 1. pp. 31 – 33. (in Russian).
- 12 Melnikova E.I., Stanislavskaya E.B., Losev A.N. Microparticulation of Casein Whey to Use in Fermented Milk Production. *Foods and Raw Materials*. 2017. no. 5(2). pp. 83 – 93.
- 13 Tikhomirova N.A., Komolova G.S., Ionova I.I. Biologically active proteins of milk. Moscow, MGUPB. 2004. 80 p. (in Russian).
- 14 Gun'kova P.I., Gorbato K.K. Biotechnological properties of milk proteins. Saint Petersburg, GIOR. 2015. 216 p. (in Russian).
- 15 Gelfman M.I., Kovalevich O.V., Yustratov V.P. Colloid chemistry. Saint Petersburg, Lan. 2020. 336 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Елена И. Мельникова д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, melnikova@molvest.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3474-2534>

Екатерина Б. Станиславская д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tereshkova-katia@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0955-6238>

Ксения Ю. Баранова студент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ksbaranova32@gmail.com

Вклад авторов

Елена И. Мельникова консультация в ходе исследования, корректировка рукописи до подачи в редакцию

Екатерина Б. Станиславская предложила методику проведения эксперимента, написала рукопись, и несет ответственность за плагиат

Ксения Ю. Баранова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Elena I. Melnikova Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of animal food products department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, melnikova@molvest.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3474-2534>

Ekaterina B. Stanislavskaya Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of animal food products department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tereshkova-katia@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0955-6238>

Ksenia Yu. Baranova student, technology of animal food products department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ksbaranova32@gmail.com

Contribution

Elena I. Melnikova consultation during the study, correct the manuscript before filing in editing

Ekaterina B. Stanislavskaya proposed a scheme of the experiment, wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

Ksenia Yu. Baranova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 01/08/2020	После редакции 11/08/2020	Принята в печать 19/08/2020
Received 01/08/2020	Accepted in revised 11/08/2020	Accepted 19/08/2020

Влияние перемешивания на эффективность ферментативного гидролиза высококонцентрированных сред экструдированного крахмала кукурузы

Антон Ю. Шариков 1 anton.sharikov@gmail.com  0000-0001-9483-5209
 Виктор В. Иванов 1 ivanov.v.v@li.ru  0000-0002-6492-7070
 Мария В. Амелякина 1 masha.am@mail.ru  0000-0002-5138-6746

1 ВНИИПБТ - филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», ул. Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия

Аннотация. Влияние фактора перемешивания и его интенсивности было исследовано при разработке технологии переработки высококонцентрированных гидролизатов (50% сухих веществ), полученных из экструдированного крахмала кукурузы. Крахмал экструдировали с использованием двухшнекового экструдера при температуре 185 °С и давлении 2 МПа, гидролизывали ферментными препаратами α -амилазы и глюкоамилазы в течение 4 часов с различными режимами перемешивания. Установлена значимость влияния скорости перемешивания на степень гидролиза экструдированного крахмала, особенно в первые 2 часа ферментативной обработки. В результате 4-х часовой экспозиции декстрозный эквивалент гидролизата, инкубируемого без перемешивания, составлял 52,2, а гидролизатов, перемешиваемых с частотами 100, 200 и 500 об/мин, соответственно, 54,5; 59,3 и 59,8. Исследование реологических свойств показало, что динамическая вязкость среды без перемешивания значимо отличалась от вязкости сред с перемешиванием на протяжении всего периода гидролиза. В итоге динамическая вязкость образца без перемешивания снизилась с 3 Па·с до 0,35 Па·с, образцов с перемешиванием с 2,5-2,8 Па·с до 0,145-0,221 Па·с. Увеличение дозировки глюкоамилазы вдвое нивелировало фактор перемешивания по итогам 4-х часов гидролиза и позволило повысить значение декстрозного эквивалента на 18-35%. Декстрозный эквивалент образцов без перемешивания и с перемешиванием с частотой 200 об/мин составлял 70 и 71, соответственно. Но в первые 2 часа гидролиза фактор перемешивания для образцов с повышенной дозировкой глюкоамилазы был также статистически значимым. Проведенное исследование показало, что при проведении гидролиза высококонцентрированных сред экструдированного крахмала при условии качественной гомогенизации среды с ферментом даже без перемешивания обеспечивает высокую степень биоконверсии.

Ключевые слова: экструзия, крахмал, фермент, гидролиз, декстрозный эквивалент, перемешивание

Effect of agitation on the efficiency of enzymatic hydrolysis of highly concentrated media of extruded corn starch

Anton Yu. Sharikov 1 anton.sharikov@gmail.com  0000-0001-9483-5209
 Victor V. Ivanov 1 ivanov.v.v@li.ru  0000-0002-6492-7070
 Maria V. Amelyakina 1 masha.am@mail.ru  0000-0002-5138-6746

1 Russian research institute of food biotechnology – a branch of Federal research center of food, biotechnology and food safety, Samokatnaya Str., 4B, Moscow, 111033, Russia

Abstract. The influence of the mixing factor and its intensity was investigated at the stage of developing a technology for processing highly concentrated hydrolysates (50% solids) of extruded corn starch. The starch was extruded using a twin-screw extruder at a temperature of 185 °C and a pressure at the die of 2 MPa. Extruded substrate was hydrolyzed with enzyme preparations of α -amylase and glucoamylase for 4 hours with different stirring modes. The significance of the stirring speed on the degree of hydrolysis of extruded starch, especially in the first 2 hours of enzymatic treatment, has been established. As a result of 4-hour exposure, the dextrose equivalent of the hydrolyzate incubated without stirring was 52.2. Dextrose equivalent of the hydrolysates stirred at speed of 100, 200 and 500 rpm was 54.5, 59.3, and 59.8, respectively. The study of rheological properties showed that the dynamic viscosity of a medium without stirring significantly differed from the viscosity of a medium with stirring throughout the entire hydrolysis period. As a result, the dynamic viscosity of the sample without stirring and with stirring decreased from 3 Pa·s to 0.35 Pa·s and from 2.5-2.8 Pa·s to 0.145-0.221 Pa·s, respectively. An double increase of the glucoamylase dosage made the mixing factor after 4 hours of hydrolysis insignificant and increased the dextrose equivalent value by 18-35%. The dextrose equivalents of samples without stirring and with stirring at a frequency of 200 rpm were 70 and 71, respectively. But in the first 2 hours of hydrolysis, the stirring factor for samples with an increased dosage of glucoamylase was also statistically significant. The study showed that hydrolysis of highly concentrated media of extruded starch under the condition of high-quality homogenization with the enzymes provides a high degree of bioconversion without the requirement for continuous mixing.

Keywords: extrusion cooking, starch, enzyme, hydrolysis, dextrose equivalent, agitation

Для цитирования

Шариков А.Ю., Иванов В.В., Амелякина М.В. Влияние перемешивания на эффективность ферментативного гидролиза высококонцентрированных сред экструдированного крахмала кукурузы // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 96–103. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-96-103

For citation

Sharikov A.Yu., Ivanov V.V., Amelyakina M.V. Effect of agitation on the efficiency of enzymatic hydrolysis of highly concentrated media of extruded corn starch. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 96–103. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-96-103

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Ферментативный гидролиз при высоком содержании сухих веществ субстрата является более целесообразным в экономическом и технологическом аспектах способом биокатализа растительного сырья, так как обеспечивает целый ряд преимуществ, в том числе более низкие капитальные затраты на аппаратно-технологическое оформление процесса при идентичной производственной мощности, снижение энергетической и экологической нагрузки на производство и окружающую среду [1, 2]. Однако конечная конверсия углеводов может снижаться с увеличением концентрации сухих веществ из-за более высокой начальной вязкости и концентрации продуктов гидролиз. Высокая вязкость может создать реологические проблемы, вызвать недостаточное перемешивание, снизить эффективность теплопередачи в системе реакторов, что приведет к низкому преобразованию углеводов [3]. Для решения подобных проблем разрабатываются альтернативные способы гидролиза растительного сырья, замещающие стадию водно-тепловой обработки или разваривания под давлением более интенсивными процессами, позволяющие исключить пики вязкости и возможные реологические проблемы. Одним из направлений является термопластическая экструзия и ее интеграция в процесс биоконверсии растительного сырья в различных вариантах [4]. Это может быть внесение биокатализатора непосредственно в камеру экструдера при высоком содержании влаги в экструзионной камере [1] или при стандартных для сухой экструзии режимах [5, 6], а также соединения экструдера с трубчатой гидролитической камерой, в которой происходит формирование гидролизата и начинается биокатализ [7]. Тем не менее, во всех указанных способах для обеспечения высокой степени биоконверсии требуется длительное время экспозиции субстрата с ферментом в условиях, оптимальных для действия ферментного препарата. Одним из важных факторов, как было указано выше, является перемешивание, в том числе как одна из составляющих энергозатрат в процессе гидролиза, особенно при повышенных концентрациях субстрата. Рядом авторов проведены исследования, касающиеся указанного аспекта процесса ферментативного гидролиза.

В технологии биоэтанола из биомассы древесины ели изучено влияние интенсивности перемешивания на скорость и степень гидролиза [8]. Например, биоконверсия была вдвое

выше после 48 часов при 500 об/мин по сравнению с 25 об/мин. Влияние перемешивания на ферментативный гидролиз частично определяется вязкостью предварительно обработанной биомассы [9]. Для предварительно обработанной паром биомассы древесины ели при низкой концентрации сухих веществ уменьшение скорости перемешивания с 600 до 100 об/мин привело к снижению конверсии глюкозы с 48 до 44% после 72 часов гидролиза. Однако, если вязкость среды увеличивали при сохранении концентрации за счет загустителя, эффект перемешивания был более значимым, в результате наблюдалось снижение биоконверсии глюкозы с 47 до 36% при таком же изменении скорости перемешивания. Для субстратов, вязкость которых быстро снижалась во время начальной фазы ферментативного гидролиза, биоконверсия практически не зависела от скорости перемешивания.

Изучены различные способы гидролиза пшеничных отрубей ксиланазой, включающие стационарную инкубацию высококонцентрированной среды без перемешивания, предварительно проэкструдированной при температуре, оптимальной для действия ксиланазы, а также биоконверсию низкоконцентрированной среды, но с постоянным перемешиванием [10]. Процесс с использованием экструдера для первоначального формирования гидролизующей массы обеспечил эффективное действие ксиланазы на пшеничные отруби при содержании сухих веществ до 60% без необходимости непрерывного перемешивания, вероятно, из-за усиленной диффузии ферментного препарата.

Ферментативный гидролиз крахмала и крахмалсодержащего сырья в процессах пищевой биотехнологии в отличие от биоконверсии некрахмалистых полисахаридов является менее продолжительным. При этом в производстве сахаристых крахмалопродуктов концентрация сухих веществ на стадии водно-тепловой и ферментативной обработки составляет обычно 30–35% [11, 12] и лимитируется ухудшением реологических свойств гидролизатов. Экструзионно-гидролитическая технология, позволяющая исключить некоторые стадии водно-тепловой обработки, позволяет повысить концентрацию гидролизующих сред крахмала до 50% сухих веществ [13], при этом ввиду высокой концентрации на начальной стадии биокатализа значения динамической вязкости данных сред достаточно высокие, что может накладывать ограничения на процессы их перемешивания и перекачивания по технологическим трубопроводам.

Цель работы – изучение влияния фактора перемешивания на гидролиз и реологические свойства высококонцентрированных крахмалистых сред проэкструдированного кукурузного крахмала.

Материалы и методы

Объектом исследований являлся кукурузный крахмал по ГОСТ 32159–2013 «Крахмал кукурузный» влажностью 12%.

Экструдирование крахмала осуществляли на двухшнековом экструдере Werner&Pleiderer Continua 37 (Германия) с диаметром шнеков 37 мм и соотношением длина шнеков к их диаметру 27. Влагосодержание материала при экструзии доводили до 15%. Производительность по крахмалу составляла 15 кг/час, скорость вращения шнеков 250 об/мин. Температура и давление экструзии составляли 185 °C и 2,0 МПа.

Ферментативный гидролиз экструдированного крахмала проводили в термостатированной емкости с концентрацией сухих веществ 50% при температуре 60 °C в течение 4 часов. Перемешивание осуществлялось рамной мешалкой, скорость вращения которой в экспериментах составляла 100, 200 и 500 об/мин.

В качестве амилолитических ферментных препаратов использовали мезофильную α -амилазу активностью 3500 ед. АС/см³ и глюкоамилазу активностью 13500 ед. ГЛС/см³. Активность α -амилазы определяли по количеству прогидролизованного крахмала в результате его гидролиза ферментами амилолитического комплекса до декстринов различной молекулярной массы при pH 6,0, температуре 30 °C в течение 10 минут. За единицу активности (АС) принимали такое количество фермента, которое катализировало гидролиз 1 г растворимого крахмала до декстринов различной молекулярной массы, что составляет 30–50% от количества крахмала, введенного в реакцию. Количество прогидролизованного крахмала определяли колориметрическим методом по разнице между интенсивностью окраски с раствором йода исходного и остаточного крахмала. Глюкоамилазную активность (ГЛС) определяли методом количественного определения глюкозы, образующейся при гидролизе крахмала глюкоамилазой при температуре 30 °C, значении pH 4,7 и длительности 10 минут. За единицу глюкоамилазной активности принимали такое количество фермента, которое высвобождало за 1 мин 1 мкмоль глюкозы.

В соответствии с дизайном эксперимента, на первом этапе изучалось влияние скорости перемешивания на гидролиз высококонцентрированной среды при дозировке ФП: 4 ед. АС/г крахмала и 6 ед. ГЛС/г крахмала. На втором этапе оценивалось, как увеличение дозировки глюкоамилазы, фермента, оказывающего слабое влияние на реологические свойства гидролизатов, но при этом специфического

для глубокого биокатализа крахмала, повлияет на степень гидролиза сред с перемешиванием и без. На этом этапе дозировка α -амилазы не изменялась, а дозировка глюкоамилазы увеличивалась до 12 ед. ГЛС/г крахмала.

Влажность сырья и продуктов гидролиза определяли гравиметрическим методом с использованием анализатора влажности ML-50 (A&D, Япония).

Степень гидролиза характеризовали по декстрозному эквиваленту (ДЭ), значения которого оценивали по ГОСТ Р 50549–93 «Продукты гидролиза крахмала. Определение восстанавливающей способности и эквивалента глюкозы. Метод постоянного титра Лейна и Эйнона».

Динамическую вязкость гидролизатов в процессе экспериментальных работ измеряли методом вибрационной вискозиметрии с использованием вискозиметра SV-10 (A&D, Япония).

Отбор проб для определения декстрозного эквивалента и динамической вязкости гидролизатов проводили каждый час с момента начала гидролиза.

Исследования проведены в двух повторностях. Достоверность различий средних проводили методом дисперсионного анализа с применением апостериорного анализа по критерию Тьюки при $p < 0,05$ с использованием пакета программ Statistica 6.0.

Результаты

На первом этапе изучали непосредственное влияние перемешивания на качество биокатализа высококонцентрированного гидролизата экструдата кукурузного крахмала при дозировке α -амилазы 4 ед. АС/г крахмала и глюкоамилазы 6 ед. ГЛС/г крахмала. На рисунке 1 представлены данные по влиянию скорости перемешивания на декстрозный эквивалент гидролизата с концентрацией 50% сухих веществ.

На момент 1 часа гидролиза значения ДЭ для сред, перемешиваемых с частотой 200 и 500 об/мин, были статистически неразличимы. Относительно среды, инкубируемой без перемешивания, ДЭ за счет интенсивного массообмена увеличился на 55–56% с 28,3 до 44, для гидролизата, перемешиваемого с частотой 100 об/мин, – только на 14,8%. Стоит отметить, что значения ДЭ гидролизатов с перемешиванием 200 и 500 об/мин статистически не различались на протяжении всего времени гидролиза в течение 4 часов. При этом с увеличением времени экспозиции различие в ДЭ от сред, гидролизующихся в условиях неинтенсивного массообмена сокращались. Так, на момент 4 часов гидролиза ДЭ гидролизата, инкубируемого без перемешивания, составлял 52,2, гидролизатов, перемешиваемых с частотами 100, 200 и 500 об/мин, соответственно, 54,5; 59,3 и 59,8.

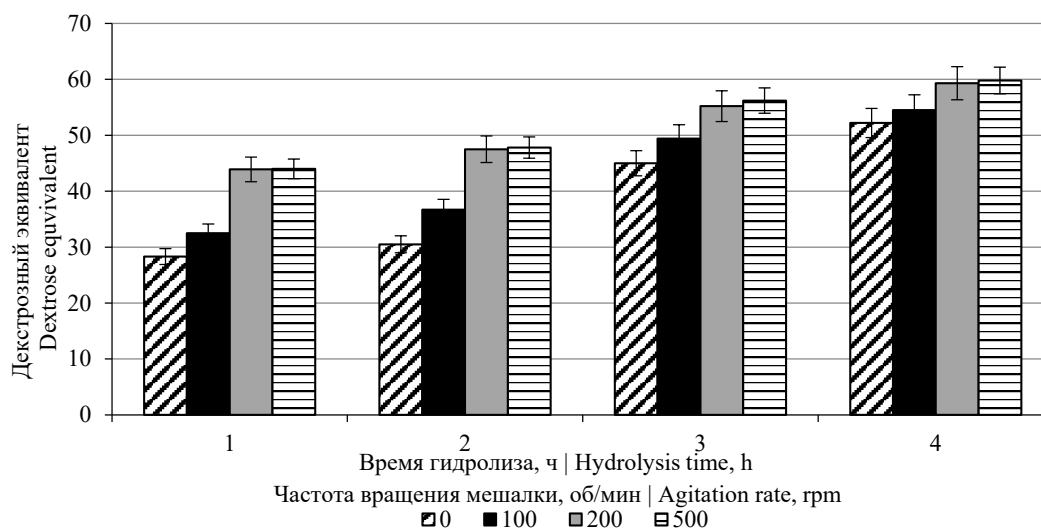


Рисунок 1. Влияние частоты перемешивания на динамику изменения декстрозного эквивалента гидролизатов при дозировке ФП 4 ед. АС/г крахмала и 6 ед. ГЛС/г крахмала

Figure 1. Influence of agitation rate on the dynamics of changes in dextrose equivalent of hydrolysates at enzymes dosages of 4 Units of amylolytic activity per 1 g of starch and 6 Units of glucoamylase activity per 1 g of starch

На рисунке 2 представлена зависимость изменения динамической вязкости гидролизатов от частоты перемешивания в течение биокатализа. В период формирования гидролизуемой среды как и в случае с показателем ДЭ реологические свойства сред, перемешиваемых

со скоростью 200 и 500 об/мин, статистически не различались друг от друга, при этом значительно отличались от гидролизата, инкубируемого без перемешивания, и среды с перемешиванием 100 об/мин. После 4 часов гидролиза вязкость всех гидролизатов снизилась значительно.

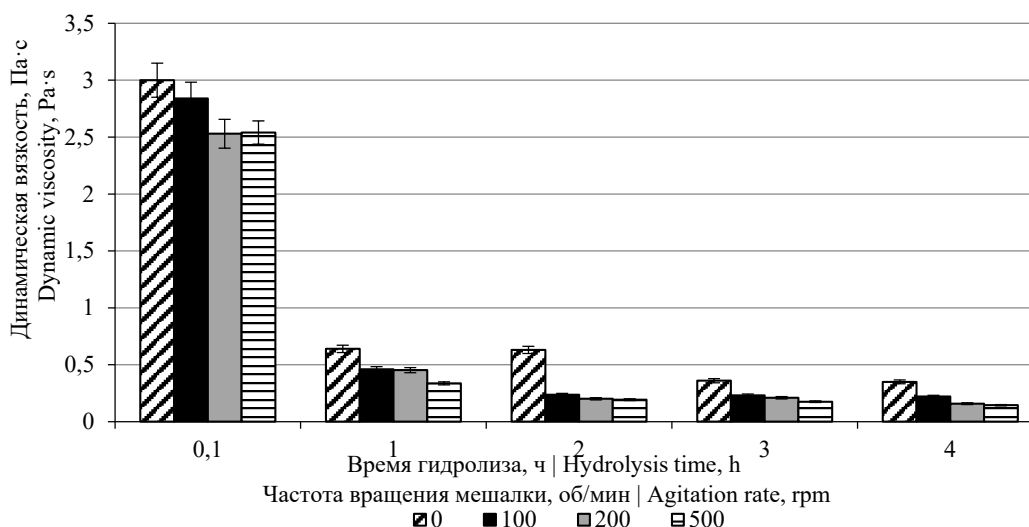


Рисунок 2. Влияние частоты перемешивания на изменение динамической вязкости гидролизатов при дозировке ФП 4 ед. АС/г крахмала и 6 ед. ГЛС/г крахмала

Figure 2. Influence of agitation rate on the dynamic viscosity of hydrolysates at enzymes dosages of 4 Units of amylolytic activity per 1 g of starch and 6 Units of glucoamylase activity per 1 g of starch

Из представленной диаграммы видно, что на протяжении всего периода биокатализа за исключением начального этапа динамическая вязкость перемешиваемого гидролизата значительно превышает этот показатель у перемешиваемых сред. Тем не менее, вязкость указанного образца сократилась с 3 Па·с до 0,35 Па·с.

Динамическая вязкость гидролизата, полученного с самым интенсивным перемешиванием 500 об/мин в процессе биокатализа снизилась с 2,54 Па·с до 0,145 Па·с.

Изучен эффект увеличения дозировки глюкоамилазы на степень гидролиза экструдированного крахмала кукурузы в различных условиях массобмена – с перемешиванием и без.

Сравнение различных вариантов биокатализа представлено на диаграмме рисунка 3. Данный эксперимент можно рассматривать как оценку влияния сразу трех факторов на ДЭ продуктов гидролиза: время экспозиции, скорость перемешивания и дозировка глюкоамилазы. По истечении 1 часа гидролиза минимальное значение ДЭ, которое составило 32,5, было отмечено для образца без перемешивания с дозировкой ФП 4 ед. АС и 6 ед. ГлС на 1 г крахмала, а максимальное – для образца с перемешиванием и дозировкой ФП 4 ед. АС и 12 ед. ГлС на грамм крахмала. ДЭ данного варианта оставался максимальным на протяжении всего периода наблюдения и на 4 часа биокатализа составил 71. Вообще, с течением времени на момент 4 часов

гидролиза ДЭ для всех образцов увеличился значимо и прирост составил 36–100%. Минимальный прирост соответствовал образцам с перемешиванием, так как уже на начальном периоде гидролиза степень биокатализа крахмала в них была значимо выше. В первые два часа гидролиза именно фактор перемешивания был более значимым, чем фактор увеличения дозировки глюкоамилазы. В этот период ДЭ образцов с перемешиванием был выше на 29–37%. Но с течением времени для вариантов с увеличенной дозировкой глюкоамилазы можно отметить, что различие ДЭ на момент 3 и 4 часов гидролиза становится статистически незначимым.

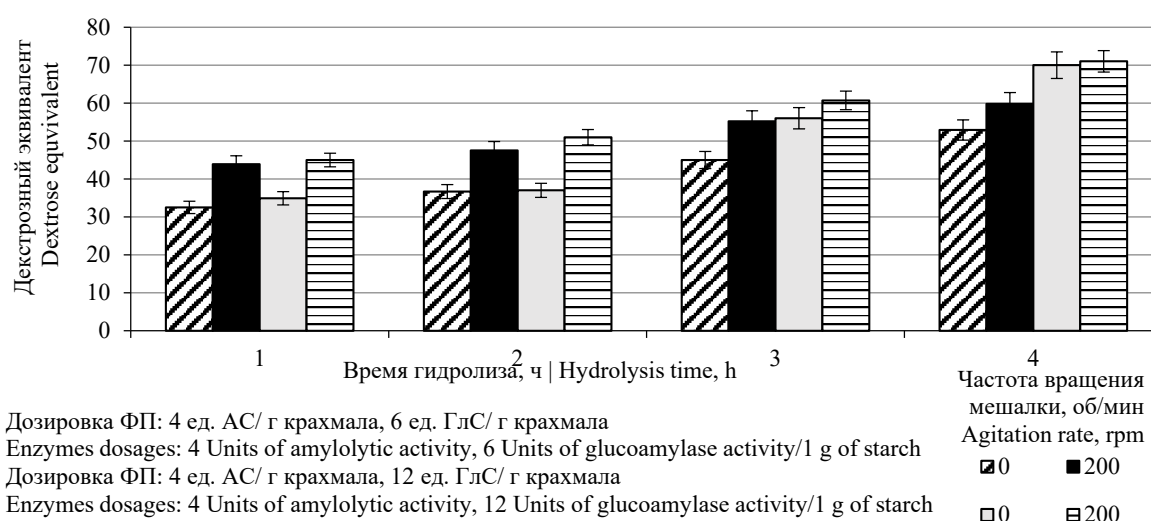


Рисунок 3. Влияние частоты перемешивания на динамику изменения декстрозного эквивалента при дозировке ФП 4 ед. АС/г крахмала, 6 ед. ГлС/г крахмала и 12 ед. ГлС/г крахмала

Figure 3. Influence of agitation rate on the dynamics of changes in dextrose equivalent of hydrolysates at enzymes dosages of 4 Units of amylolytic activity per 1 g of starch, 6 and 12 Units of glucoamylase activity per 1 g of starch

Обсуждение

Переход к высококонцентрированным средам в биотехнологии относительно новая тенденция, связанная как с развитием новых способов организации процессов биоконверсии, так и возможностью использования новых, высокоэффективных ферментных препаратов. В задачи нашего исследования в аспекте развития экструзионно-гидролитической технологии входила необходимость оценки возможности проведения ферментативного гидролиза уже сформированного гидролизата экструдированного крахмала без перемешивания в течение нескольких часов. Стратегия перехода на переработку повышенных концентраций пшеничных отрубей, описываемую в работе Сантала с коллегами [10], оказалась вполне успешной,

при условии смешивания и формирования катализируемой среды (смесь отрубей, воды и ксиланазы) в экструдере. Используя похожий подход, отличающийся только способом формирования гидролизата, за счет того, что вязкость концентрированных гидролизатов экструдированного крахмала значительно ниже вязкости сред с большим количеством некрахмалистых полисахаридов, мы имели возможность не просто сравнить два способа биоконверсии: высококонцентрированной среды без перемешивания и низкоконтрированной с перемешиванием, а изучить непосредственно влияние фактора перемешивания.

В исследовании ферментативного гидролиза глюкана древесной биомассы в глюкозу [8] установлено, что скорость вращения мешалки значимо влияла на качество биокатализа как

при низкой, так и при высокой дозировке ФП. При максимальной частоте вращения 500 об/мин конверсия через 48 часов составила 57% в сравнении с 26% при скорости перемешивания 25 об/мин. Для обеих дозировок ферментов при этом наблюдалась почти линейная зависимость между скоростью перемешивания и конверсией. Отмечено, что положительный эффект перемешивания сохранялся на протяжении всего процесса гидролиза. Если сравнивать данные наблюдения с результатами экспериментов нашего исследования, то можно выделить несколько отличий в тенденциях с учетом различия в сырье. В нашем случае фактор перемешивания значим только при нижнем для эксперимента уровне дозировки фермента глюкоамилазы. Так, на момент 4 часов ДЭ гидролизата, перемешиваемого со скоростью 500 об/мин, был выше на 9% гидролизата с перемешиванием 100 об/мин и на 15% – без перемешивания. Но при высокой дозировке глюкоамилазы фактор перемешивания был значим только в первые 2 часа гидролиза. Значимость повышения дозировки ФП при комбинировании различных режимов биоконверсии показана в исследовании ферментативного гидролиза целлюлазой пивной дробины [14]. Установлено, что самые высокие значения качественных показателей, выхода глюкозы и конверсии целлюлозы, 93,1 и 99,4%, соответственно, были получены при самых низких в опыте частоте перемешивания (100 об/мин) и концентрации субстрата, а также максимальной дозировке ФП. Анализ управляющих факторов эксперимента показал, что только дозировка фермента оказывала значимое влияние на степень конверсии. Две другие исследуемые переменные, скорость перемешивания и концентрация субстрата, не оказали значительного влияния на выход глюкозы. Аналогичная тенденция отмечена для конверсии глюкана во время гидролиза при высокой 300 об/мин и низкой 100 об/мин интенсивности перемешивания [9]: при сравнении биокатализа при низком и высоком содержании твердых веществ (7 и 13%) показано, что более высокая скорость перемешивания

не улучшила гидролиз по сравнению с исходным уровнем с низким содержанием твердых веществ. Однако низкая интенсивность перемешивания 100 об/мин значительно снизила скорость гидролиза при высокой концентрации субстрата. Таким образом, по литературным данным и результатам исследования можно сделать вывод, что перемешивание конечно является важным аспектом проведения процесса биоконверсии, но многое определяет и концентрация среды, а еще больше – дозировка ФП. Увеличение дозировки глюкоамилазы вдвое по результатам 4 часов обработки позволило увеличить ДЭ на 18–35%, а главное – нивелировать различие в степени гидролиза сред с перемешиванием и без, ДЭ в данных опытах составил 71 и 70, соответственно. Видимо, такое количество ФП в сочетании с высокой концентрацией среды, но относительно низкой вязкостью было достаточным, чтобы обеспечить тоже качество гидролиза, что и с интенсивным массообменом.

Заключение

Проведенное исследование показало, что при осуществлении гидролиза высококонцентрированных сред при условии качественной гомогенизации среды с ферментом даже без перемешивания возможно обеспечить высокую степень конверсии биополимеров растительного сырья. Этот аспект проведения гидролиза является важным, так как на начальном этапе гидролиза динамическая вязкость гидролизующихся сред с высоким содержанием проэкструдированного крахмала 50% и выше все-таки может вызывать проблемы с их перемешиванием и перекачиванием. Но уже после 1 часа гидролиза вязкость значительно снижается, даже если гидролизат не перемешивали. В аспекте высокой степени биоконверсии при таком способе гидролиза необходимо отметить важное значение термопластической экструзии, которая значительно повышает ферментативную атакуемость крахмалистых субстратов амилолитическими ферментными препаратами.

Литература

- 1 Baks T., Kappen F.H.J., Janssen A.E.M., Boom R.M. Towards an optimal process for gelatinisation and hydrolysis of highly concentrated starch–water mixtures with alpha-amylase from *Licheniformis* B. // *Journal of Cereal Science*. 2008. V. 47. № 2. P. 214–225. doi:10.1016/j.jcs.2007.03.011
- 2 Da Silva A.S., Espinheira R.P., Teixeira R.S.S., de Souza M.F. et al. Constraints and advances in high-solids enzymatic hydrolysis of lignocellulosic biomass: a critical review // *Biotechnology for Biofuels*. 2020. doi:10.1186/s13068-020-01697-w
- 3 Geng W., Yongcan J., Hasan J., Sunkyu P. Strategies to achieve high-solids enzymatic hydrolysis of dilute-acid pretreated corn stover // *Bioresource technology*. 2015. V. 187. P. 43–48. doi: 10.1016/j.biortech.2015.03.067

- 4 Шариков А.Ю., Степанов В.И., Иванов В.В. Термопластическая экструзия в процессах пищевой биотехнологии // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология, 2019. Т. 9. № 3 (30). С. 447–460. doi: 10.21285/2227-2925-2019-9-3-447-460
- 5 Xu E., Wu Z., Long J., Wang F. et al. Impact of high-shear extrusion combined with enzymatic hydrolysis on rice properties and Chinese rice wine fermentation // Food and Bioprocess Technology. 2015. V. 8. P. 589–604. doi:10.1007/s11947-014-1429-0
- 6 Zeng Z., LiY., Yang R., Liu Ch. et al. The relationship between reducing sugars and phenolic retention of brown rice after enzymatic extrusion // Journal of Cereal Science. 2017. V. 74. P. 244–249. doi: 10.1016/j.jcs.2017.02.016
- 7 Степанов В.И., Иванов В.В., Шариков А.Ю., Амелякина М.В. и др. Управляемая система непрерывной переработки растительного сырья на основе термомеханических и биокаталитических процессов // Пищевая промышленность. 2019. № 4. С. 101–102. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10052
- 8 Santala O., Nordlund E., Poutanen K. Use of an extruder for pre-mixing enhances xylanase action on wheat bran at low water content // Bioresource Technology. 2013. V. 149. P. 191–199. doi: 10.1016/j.biortech.2013.09.029
- 9 Palmqvist B., Wiman M., Lidén G. Effect of mixing on enzymatic hydrolysis of steam-pretreated spruce: a quantitative analysis of conversion and power consumption // Biotechnology for Biofuels. 2011. № 4. P. 10. doi: 10.1186/1754-6834-4-10
- 10 Kadić A., Palmqvist B., Lidén G. Effects of agitation on particle-size distribution and enzymatic hydrolysis of pretreated spruce and giant reed // Biotechnology for Biofuels. 2014. V. 7. P. 77. doi: 10.1186/1754-6834-7-77
- 11 Ананских В.В., Шлеина Л.Д. О возможности получения мальтодекстринов из кукурузной муки // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 11. С. 9–13.
- 12 Ананских В.В., Шлеина Л.Д. Мальтодекстрины из крахмалосодержащего сырья, их качество и использование в отраслях пищевой промышленности // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2018. № 7–8. С. 50–52.
- 13 Шариков А.Ю., Амелякина М.В., Иванов В.В., Поливановская Д.В. Ферментативный гидролиз экструдированного кукурузного крахмала в условиях высокой концентрации среды // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 4. С. 425–433. doi: 10.30766/2072-9081.2020.21.4.425-433
- 14 Mussatto S.I., Dragone G., Fernandes M., Milagres A.M.F. et al. The effect of agitation speed, enzyme loading and substrate concentration on enzymatic hydrolysis of cellulose from brewer's spent grain // Cellulose. 2008. V. 15. P. 711. doi: 10.1007/s10570-008-9215-7

References

- 1 Baks T., Kappen F.H.J., Janssen A.E.M., Boom R.M. Towards an optimal process for gelatinisation and hydrolysis of highly concentrated starch–water mixtures with alpha-amylase from *Licheniformis* B. Journal of Cereal Science. 2008. vol. 47. no. 2. pp. 214–225. doi:10.1016/j.jcs.2007.03.011
- 2 Da Silva A.S., Espinheira R.P., Teixeira R.S.S., de Souza M.F. et al. Constraints and advances in high-solids enzymatic hydrolysis of lignocellulosic biomass: a critical review. Biotechnology for Biofuels. 2020. doi:10.1186/s13068-020-01697-w
- 3 Geng W., Yongcan J., Hasan J., Sunkyu P. Strategies to achieve high-solids enzymatic hydrolysis of dilute-acid pretreated corn stover. Bioresource technology. 2015. vol. 187. pp. 43–48. doi: 10.1016/j.biortech.2015.03.067
- 4 Sharikov A.Yu., Stepanov V.I., Ivanov V.V. Thermoplastic extrusion in food biotechnology processes. Proceedings of universities. Applied chemistry and biotechnology. 2019. vol. 9. no. 3. pp. 447–460. doi: 10.21285/2227-2925-2019-9-3-447-460 (in Russian).
- 5 Xu E., Wu Z., Long J., Wang F. et al. Impact of high-shear extrusion combined with enzymatic hydrolysis on rice properties and Chinese rice wine fermentation. Food and Bioprocess Technology. 2015. vol. 8. pp. 589–604. doi:10.1007/s11947-014-1429-0
- 6 Zeng Z., LiY., Yang R., Liu Ch. et al. The relationship between reducing sugars and phenolic retention of brown rice after enzymatic extrusion. Journal of Cereal Science. 2017. vol. 74. pp. 244–249. doi: 10.1016/j.jcs.2017.02.016
- 7 Stepanov V.I., Ivanov V.V., Sharikov A.Yu., Amelyakina M.V. et al. The system of continuous thermomechanical and biocatalytic processing of plant materials. Food processing industry. 2019. no. 4. pp. 101–102. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10052 (in Russian).
- 8 Santala O., Nordlund E., Poutanen K. Use of an extruder for pre-mixing enhances xylanase action on wheat bran at low water content. Bioresource Technology. 2013. vol. 149. pp. 191–199. doi:10.1016/j.biortech.2013.09.029
- 9 Palmqvist B., Wiman M., Lidén G. Effect of mixing on enzymatic hydrolysis of steam-pretreated spruce: a quantitative analysis of conversion and power consumption. Biotechnology for Biofuels. 2011. no. 4. pp. 10. doi: 10.1186/1754-6834-4-10
- 10 Kadić A., Palmqvist B., Lidén G. Effects of agitation on particle-size distribution and enzymatic hydrolysis of pretreated spruce and giant reed. Biotechnology for Biofuels. 2014. vol. 7. pp. 77. doi: 10.1186/1754-6834-7-77
- 11 Ananskikh V.V., Shleina L.D. About a possibility of receiving maltodextrins from cornmeal. Storage and Processing of Farm Products. 2017. no. 11. pp. 9–13. (in Russian).
- 12 Ananskikh V.V., Shleina L.D. Maltodextrins from starchy raw materials, their quality and use in the food industry. Confectionery and bakery production. 2018. no. 7–8. pp. 50–52. (in Russian).
- 13 Sharikov A. Yu., Amelyakina M.V., Ivanov V.V., Polivanovskaya D.V. Enzymatic hydrolysis of high gravity extruded corn starch media. Agricultural Science Euro-North-East. 2020. vol. 21. no. 4. pp. 425–433. doi: 10.30766/2072-9081.2020.21.4.425-433 (in Russian).
- 14 Mussatto S.I., Dragone G., Fernandes M., Milagres A.M.F. et al. The effect of agitation speed, enzyme loading and substrate concentration on enzymatic hydrolysis of cellulose from brewer's spent grain. Cellulose. 2008. vol. 15. pp. 711. doi: 10.1007/s10570-008-9215-7

Сведения об авторах

Антон Ю. Шариков к.т.н., зав. отделом, отдел оборудования пищевых производств и мембранных технологий, ВНИИПБТ - филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», ул. Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия, anton.sharikov@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0001-9483-5209>

Виктор В. Иванов к.т.н., вед. науч. сотрудник, отдел оборудования пищевых производств и мембранных технологий, ВНИИПБТ - филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», ул. Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия, ivanov.v.v@li.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6492-7070>

Мария В. Амелякина к.т.н., науч. сотрудник, отдел оборудования пищевых производств и мембранных технологий, ВНИИПБТ - филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», ул. Самокатная, 4Б, г. Москва, 111033, Россия, masha.am@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5138-6746>

Вклад авторов

Антон Ю. Шариков написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат
Виктор В. Иванов, Мария В. Амелякина обзор литературных источников по исследуемой проблеме, проведение эксперимента, выполнение расчетов

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Anton Yu. Sharikov Cand. Sci. (Engin.), head of department, food production equipment and membrane technologies department, Russian Research Institute of Food Biotechnology – a Branch of Federal Research Center of Food, Biotechnology and Food Safety, Samokatnaya Str., 4B, Moscow, 111033, Russian Federation, anton.sharikov@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0001-9483-5209>

Victor V. Ivanov Cand. Sci. (Engin.), leading researcher, food production equipment and membrane technologies department, Russian Research Institute of Food Biotechnology – a Branch of Federal Research Center of Food, Biotechnology and Food Safety, Samokatnaya Str., 4B, Moscow, 111033, Russian Federation, ivanov.v.v@li.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6492-7070>

Maria V. Amelyakina Cand. Sci. (Engin.), researcher, food production equipment and membrane technologies department, Russian Research Institute of Food Biotechnology – a Branch of Federal Research Center of Food, Biotechnology and Food Safety, Samokatnaya Str., 4B, Moscow, 111033, Russian Federation, masha.am@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5138-6746>

Contribution

Anton Yu. Sharikov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Victor V. Ivanov, Maria V. Amelyakina review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 20/07/2020	После редакции 03/08/2020	Принята в печать 11/08/2020
Received 20/07/2020	Accepted in revised 03/08/2020	Accepted 11/08/2020

Рефрактоденсиметрический метод определения объемной доли этилового спирта в винах и винных напитках

Руслан Г. Тимофеев¹ Russ1970@mail.ru  0000-0002-6105-944X

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарах» РАН», ул. Кирова, 31, г. Ялта, 298600, Республика Крым, Россия

Аннотация. На основании обработки данных измерения показателя преломления и плотности модельных растворов и образцов винопродукции, а также параллельного определения объемной доли этилового спирта аттестованным в виноделии методом согласно ГОСТ 32095-2013, была получена таблично заданная функциональная зависимость содержания этилового спирта в жидких продуктах виноделия от плотности и показаний сахарной шкалы рефрактометра. Установленная зависимость была положена в основу разработки неразрушающего экспресс-метода определения объемной доли этилового спирта для вин и винных напитков, приготовленных на основе продуктов виноградного виноделия, базирующегося на измерении плотности и показателя преломления жидких сред. Применение методов билинейной интерполяции позволило создать четкий алгоритм действий обработки данных измерений обеспечивающий достаточную точность и однозначность определения объемной доли этилового спирта на основании данных рефрактометрии и денсиметрии. Проведена метрологическая аттестация метода. Метод может быть основой для разработки нормативного документа, регламентирующего его применение в винодельческой отрасли, а также технического задания на создание портативного прибора для определения объемной доли этилового спирта в жидких продуктах виноделия, базирующегося на совместном измерении показателя преломления и плотности жидкости.

Ключевые слова: виноделие, методы анализа, спиртометрия, рефрактометрия, денсиметрия

Refractodensimetric method for determining the volume fraction of ethyl alcohol in wines and winy beverages

Ruslan G. Timofeev¹ Russ1970@mail.ru  0000-0002-6105-944X

¹ Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of RAS, 31 Kirova Street, Yalta, 298600, Republic of Crimea, Russia

Abstract. The tabular functional dependence of the ethyl alcohol content in liquid products of winemaking on the density and readings of refractometer sugar scale based on the processing of the measurement data of the refractive index and density of the model solutions and samples of wine products, as well as the paralleling determination of the volume fraction of ethyl alcohol by the method certified in winemaking according to GOST 32095-2013 was obtained. The established dependence was the basis for development of a non-destructive express method of determining the volume fraction of ethyl alcohol for wines and wine beverages prepared using products of winemaking, based on the changes in the density and index of refraction of liquid media. The use of bilinear interpolation methods made it possible to create a clear algorithm of actions for processing the measurement data, ensuring the sufficient relevance and unambiguity in determining the volume fraction of ethyl alcohol based on refractometry and densimetry data. Metrological certification of the method has been carried out. The method can be the basis for development of a regulatory document prescribing its use in the wine industry, as well as a technical task for realization of a portable device for determining the volume fraction of ethyl alcohol in liquid products of winemaking, based on the joint measurement of the indexes of refraction and density of the liquid.

Keywords: winemaking, methods of analysis, alcoholometry, refractometry, densimetry

Введение

Одним из основных компонентов виноградного вина и продуктов на его основе является этиловый спирт, который образуется в процессе брожения суслу и мезги, а также привносится в процессе производства ликерных вин и винных напитков. Аттестованным методом определения концентрации этилового спирта в винодельческой отрасли является метод согласно, ГОСТ 32095–2013, основанный на дистилляции определенного объема продукта с последующим определением плотности дистиллята того же объема. Данный метод

является арбитражным, т. е. обязательным в случае споров с производителями или поставщиками продукции и незаменим в случае определения содержания этилового спирта в продуктах имеющих гетерогенную структуру, например выжимке, дрожжевых осадках, при проведении работ по нормированию в виноделии и т. д. и т. п. Однако, в большинстве случаев, винодел на производстве имеет дело с жидкими однородными продуктами виноделия, такими как сусли, виноматериал, мистель и пр. обладающими свойствами истинного раствора. Оперативно получить информацию о содержании этилового спирта в этих продуктах без проведения рутинного

Для цитирования

Тимофеев Р.Г. Рефрактоденсиметрический метод определения объемной доли этилового спирта в винах и винных напитках // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 104–109. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-104-109

For citation

Timofeev R.G. Refractodensimetric method for determining the volume fraction of ethyl alcohol in wines and winy beverages. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 104–109. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-104-109

анализа невозможно. Отдельную проблему также составляет необходимость определения объемной доли этилового спирта, когда объем образца ограничен, либо образец уникален и его разрушение с целью определения объемной доли этилового спирта методом дистилляции нежелательно. В этом случае на передний план выступают инструментальные (неразрушающие) методы анализа состава продукции основанные на различных принципах [1–10]. Однако есть определенные проблемы обеспечения повторяемости, точности и воспроизводимости результатов определения концентрации этилового спирта, а также соответствия полученных результатов арбитражному методу согласно ГОСТ 32095–2013. Кроме того, применение таких методов как ИК-спектроскопия, ЯМР-спектроскопия, а так же методов газовой и жидкостной хроматографии недоступно массово заводским лабораториям винодельческих предприятий различных форм собственности в силу высокой стоимости оборудования и эксплуатационных расходов на его содержание.

Рефрактометрия и денсиметрия – измерение показателя преломления и плотности вещества, являются одними из старейших методов анализа бинарных смесей. Сочетание рефрактометрических методов с измерением других физических свойств, например плотности или физико-химической обработкой пробы вещества позволяет анализировать тройные или более сложные смеси и определять состав важных продуктов промышленности и биологических объектов [11]. Несмотря на бурное развитие аналитического оборудования, методы определения концентрации веществ, основанные на измерениях важнейших физических параметров вещества – плотности и показателя преломления, по-прежнему остаются востребованными для сред с детерминированным составом в силу их простоты и надежности. Общеизвестны принятые в виноделии методы с применением различных подходов, в том числе рефрактометрии и денсиметрии, приведенные в [12], также требуют определенной пробоподготовки, что затрудняет прямое определение концентрации этилового спирта в винах и напитках в силу присутствия веществ экстракта.

Ранее нами был предложен и обоснован метод определения объемной доли этилового спирта и массовой концентрации экстракта в виноградных винах путем измерения показателя преломления и плотности продукта, с дальнейшим вычислением показателей состава на основе созданной математической модели продукта, связывающей его состав и физические свойства, в том числе показатель преломления

и плотность с содержанием этилового спирта и общего экстракта [13]. Данные алгоритмы и модели, в силу их громоздкости не могут быть основой для создания проекта руководящего документа (методик определения) объемной доли этилового спирта с последующей его метрологической аттестацией и введением в реестр методов анализа общепринятых для отрасли. Настоящая публикация должна заполнить этот пробел.

Цель работы – разработка неразрушающего экспресс-метода определения объемной доли этилового спирта в жидких однородных продуктах виноградно-винодельческой на основе измерения плотности и показателя преломления продукта, пригодного для реализации в производственных условиях на стандартном лабораторном оборудовании заводской лаборатории винзавода и опирающегося на четкий алгоритм действий и вычислений, обеспечивающий достаточную точность и однозначность результата определения.

Материалы и методы

Объектами исследований являлись: модельные растворы, полученные на основе виноматериалов различного типа и винных дистиллятов и воды; данные официальных таблиц по плотности растворов этилового спирта приведенные в [14]; данные по показателю преломления различных продуктов виноделия приведенные в [12].

Измерение показателя преломления проводили на рефрактометре УРЛ-1, согласно ГОСТ ISO 2173–2013, плотности – согласно ГОСТ 18995.1–73 (СТ СЭВ 1504–79).

Контрольные определения объемной доли этилового спирта и массовой концентрации общего экстракта проводили аттестованными в винодельческой отрасли методами, согласно ГОСТ 32095–2013 и ГОСТ 32000–2012, соответственно.

Предварительную метрологическую аттестацию метода осуществляли согласно ГОСТ Р ИСО 5725–1–2002 и ГОСТ Р ИСО 5725–6–2002 путем сравнения результатов определения объемной доли этилового спирта по ГОСТ 32095–2013 и по разрабатываемому методу на виноматериалах различного происхождения и состава.

Математическую обработку данных эксперимента и метрологическую оценку метода проводили с использованием программы MS Excel 2007 с пакетом анализа – VBA и модулем поиска решения.

Были приготовлены модельные растворы с объемной долей этилового спирта от 0 до 30% и концентрацией общего экстракта от 0 до 350 г/дм³ с шагом 3% об. по объемной доле этилового спирта и 10–25 г/дм³ по экстракту;

В полученных модельных растворах определяли значения объемной доли этилового спирта и массовой концентрации общего экстракта согласно ГОСТ 32095–2013 и ГОСТ 32000–2012,

а также измеряли их плотность и снимали показания сахарной шкалы рефрактометра.

Полученные данные эксперимента были обработаны методами двумерной интерполяции полиномами Ньютона [15, 16] с целью построения регулярной, заданной таблично функции объемной доли этилового спирта в зависимости от плотности и показаний сахарной шкалы рефрактометра.

Результаты

В результате проделанной работы были получены расчетные значения объемной доли этилового спирта в зависимости от плотности продукта в диапазоне 970 кг/м³ до 1130 кг/м³ с шагом 10 кг/м³ и показаний сахарной шкалы

рефрактометра в диапазоне значений от 4,0 до 31,0% масс. с шагом 1,0. Результаты данных исследований приведены в таблице 1. Прочерки в таблице показывают ячейки с отрицательным значением объемной доли этилового спирта или массовой концентрации экстракта, которые лишены физического смысла. Отрицательные значения объемной доли этилового спирта, представленные в таблице, лишены физического смысла, но необходимы для нахождения промежуточных значений путем интерполяции данных таблицы для значений плотности и показаний сахарной шкалы рефрактометра для реального продукта.

Таблица 1.

Объемная доля этилового спирта в зависимости от плотности продукта ρ и показаний сахарной шкалы рефрактометра В при 20°С

Table 1.

The volume fraction of ethyl alcohol depending on the density of the product ρ and the readings of the sugar scale of the refractometer В at 20°С

В, % масс. % mass.	ρ – плотность, кг/м ³ density, kg /m ³										
	970	980	990	1000	1010	1020	1030	1040	1050	1060	1070
4.0	-	12.48	8.79	5.11	1.43	-2.25	-	-	-	-	-
5.0	-	13.96	10.27	6.59	2.91	-0.77	-	-	-	-	-
6.0	-	15.44	11.75	8.07	4.39	0.71	-2.96	-	-	-	-
7.0	20.61	16.92	13.23	9.55	5.87	2.19	-1.48	-	-	-	-
8.0	22.09	18.40	14.71	11.03	7.35	3.67	0.00	-	-	-	-
9.0	23.56	19.88	16.19	12.51	8.83	5.15	1.48	-2.19	-	-	-
10.0	25.04	21.35	17.67	13.98	10.31	6.63	2.96	-0.71	-	-	-
11.0	26.61	22.92	19.24	15.56	11.88	8.20	4.53	0.86	-2.81	-	-
12.0	28.08	24.40	20.71	17.03	13.36	9.68	6.01	2.34	-1.33	-	-
13.0	29.65	25.97	22.28	18.60	14.93	11.25	7.58	3.91	0.24	-	-
14.0	31.22	27.54	23.85	20.17	16.50	12.82	9.15	5.48	1.82	-1.85	-
15.0	32.78	29.10	25.42	21.74	18.07	14.39	10.72	7.05	3.39	-0.28	-
16.0	-	30.67	26.99	23.31	19.64	15.96	12.29	8.62	4.96	1.29	-2.37
17.0	-	32.23	28.55	24.88	21.20	17.53	13.86	10.19	6.53	2.86	-0.80
	990	1000	1010	1020	1030	1040	1050	1060	1070	1080	1090
17.0	28.55	24.88	21.20	17.53	13.86	10.19	6.53	2.86	-0.80	-	-
18.0	30.12	26.44	22.77	19.10	15.43	11.76	8.09	4.43	0.77	-2.89	-
19.0	31.78	28.10	24.43	20.76	17.09	13.42	9.76	6.10	2.44	-1.22	-
20.0	-	29.66	25.99	22.32	18.65	14.99	11.32	7.66	4.00	0.34	-3.31
21.0	-	31.32	27.65	23.98	20.31	16.65	12.98	9.32	5.66	2.01	-1.65
22.0	-	32.98	29.31	25.64	21.97	18.31	14.64	10.98	7.32	3.67	0.01
23.0	-	-	30.96	27.29	23.63	19.96	16.30	12.64	8.98	5.33	1.67
	1010	1020	1030	1040	1050	1060	1070	1080	1090	1100	1110
23.0	30.96	27.29	23.63	19.96	16.30	12.64	8.98	5.33	1.67	-1.98	-
24.0	32.61	28.95	25.28	21.62	17.96	14.30	10.64	6.99	3.33	-0.32	-
25.0	-	30.60	26.94	23.27	19.61	15.95	12.30	8.64	4.99	1.34	-2.31
26.0	-	32.25	28.59	24.93	21.27	17.61	13.95	10.30	6.65	2.99	-0.65
27.0	-	-	30.29	26.62	22.97	19.31	15.65	12.00	8.35	4.70	1.05
	1030	1040	1050	1060	1070	1080	1090	1100	1110	1120	1130
27.0	30.29	26.62	22.97	19.31	15.65	12.00	8.35	4.70	1.05	-2.60	-
28.0	31.98	28.32	24.66	21.01	17.35	13.70	10.05	6.40	2.75	-0.90	-
29.0	-	30.07	26.41	22.75	19.10	15.45	11.80	8.15	4.50	0.85	-2.79
30.0	-	31.81	28.15	24.50	20.84	17.19	13.54	9.89	6.25	2.60	-1.04
31.0	-	-	29.89	26.24	22.59	18.94	15.29	11.64	7.99	4.35	0.70

Для вычисления промежуточных данных таблицы целесообразно использовать формулу билинейной интерполяции для функции заданной в равноотстоящих узлах, которая имеет вид:

$$F(\rho, B) = b_1 + b_2(\rho - \rho_0) + b_3(B - B_0) + b_4(\rho - \rho_0)(B - B_0) \quad (1)$$

где

$b_1 = a_{00}, b_2 = (a_{10} - a_{00})/(\rho_1 - \rho_0), b_3 = (a_{01} - a_{00})/(B_1 - B_0), b_4 = (a_{00} - a_{10} - a_{01} + a_{11})/((\rho_1 - \rho_0) \times (B_1 - B_0))$ соответственно, в обозначениях данных таблицы, согласно их расположению представленному на рисунке 1.

		ρ_0	ρ_1	
	...	...	...	...
B_0	...	a_{00}	a_{10}	...
B_1	...	a_{01}	a_{11}	...
...	...	...	...	...

Рисунок 1. Положение данных таблицы 1 для расчета спирта по формуле (1)

Figure 1. The data position in Table 1 for calculating alcohol according to the formula (1)

Таким образом, для нахождения объемной доли этилового спирта по плотности продукта и показаниям сахарной шкалы рефрактометра необходимо провести измерение плотности продукта и снятие показаний по сахарной шкале рефрактометра продукта при 20°C, а затем по формуле (1), используя данные таблицы 1, провести интерполяцию данных таблицы в соответствии с полученными в результате измерения значениями плотности и показаний сахарной шкалы рефрактометра. Проиллюстрируем это на практическом примере.

Пример. Пусть плотность продукта составляет 1004.5 кг/м³, а показания сахарной шкалы рефрактометра 13.8% масс. Определить объемную долю этилового спирта

Решение.

Выбираем из таблицы 1 данные для расчета, согласно их положению (рисунок 1).

		$\rho_0 = 990$	$\rho_1 = 1000$	
	...	...	...	...
$B_0 = 7,0$	...	$a_{00} = 18.60$	$a_{10} = 14.93$	...
$B_0 = 8,0$	...	$a_{01} = 20.17$	$a_{11} = 16.50$	...
...	...	...	...	...

Вычисляем коэффициенты b_1 , b_2 , b_3 и b_4 :

$$b_1 = a_{00} = 18.6$$

$$b_2 = \frac{a_{10} - a_{00}}{\rho_1 - \rho_0} = \frac{14.93 - 18.6}{1010 - 1000} = -0.367$$

$$b_3 = \frac{a_{01} - a_{00}}{B_1 - B_0} = \frac{20.17 - 18.6}{14 - 13} = 1.57$$

$$b_4 = \frac{a_{00} - a_{10} - a_{01} + a_{11}}{(\rho_1 - \rho_0) \times (B_1 - B_0)} = \frac{18.6 - 14.93 - 20.17 + 16.5}{(1010 - 1000) \times (14 - 13)} = 0.0$$

Подставляем численные значения коэффициентов b_1 , b_2 , b_3 , b_4 , а также экспериментально

полученные значения плотности ρ и показаний сахарной шкалы рефрактометра B в формулу (1) вычислим искомое значение объемной доли этилового спирта:

$$\begin{aligned} F(\rho, B) &= b_1 + b_2 \times (\rho - \rho_0) + b_3 \times (B - B_0) + \\ &+ b_4 \times (\rho - \rho_0) \times (B - B_0) = \\ &= 18.6 - 0.367 \times (1004.5 - 1000) + \\ &+ 1.57 \times (13.8 - 13.0) = 18.2045 \approx 18.2\% \text{ об.} \end{aligned}$$

Обсуждение

Экспериментально проведенная проверка соответствия полученного по предлагаемой методике значения объемной доли этилового спирта в сравнении с аттестованным в виноделии методом определения согласно ГОСТ 32095–2013 показала, что в 95% случаев расхождение между методами не превышает 0,1% об. в случае использования для измерения плотности пикнометрического метода или показаний стеклянного спиртомера типа АСП-1 с последующим нахождением искомой плотности по таблице плотности водно-спиртовых растворов [14]. Применение ареометров общего назначения типа АОН-2 увеличивает расхождение между методами до 0,3% об. Использование стеклянного спиртомера особенно актуально для определения плотности столовых вин с завершённым циклом спиртового брожения, плотность которых, как правило, ниже плотности воды.

Заключение

В результате проведенных исследований был разработан неразрушающий экспресс-метод определения объемной доли этилового спирта в жидких продуктах виноделия для контроля его содержания в ходе технологического процесса и в готовой продукции. Метод может быть основой для разработки соответствующего нормативного документа регламентирующего его использование в винодельческой отрасли, а также для разработки технического задания на создание портативного прибора для определения концентрации этилового спирта в продукции виноделия, основанного на одновременном измерении плотности и показателя преломления жидких сред.

Благодарности

Работа выполняется в рамках № ГЗ 0833-2019-0022.

Литература

- 1 Якуба Ю.Ф., Темердашев З.А. Хроматографические методы в анализе и идентификации виноградных вин // *Аналитика и контроль*. 2015. Т. 19. № 4. С. 288–301.
- 2 Нехорошев С.В., Клименко Л.С., Нехорошева Д.С. Определение этанола в водных средах методом ИК-фурье спектроскопии В сборнике: Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности // *Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием*. 2019. С. 93–97.
- 3 Адаменко Г.В., Бурак И.И., Колков М.А. Методика определения спирта этилового методом газожидкостной хроматографии // *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. 2014. Т. 13. № 4. С. 178–183.
- 4 Терещенко Ю.В. Трактровка основных показателей variability ритма сердца // *Новые медицинские технологии на службе первичного звена здравоохранения: материалы межрегиональной конференции*, Омск, 10–11 апреля, 2010. С. 3–11.
- 5 Коршунова Н.А., Романов В.А., Евелева В.В. Применение спектроскопии для оценки качества виноградных вин // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств*. 2019. № 3. С. 42–51. doi: 10.17586/2310-1164-2019-12-3-42-51
- 6 Dos Santos C.A.T., Pascoa R.N.M.J., Lopes J.A. A review on the application of vibrational spectroscopy in the wine industry: From soil to bottle // *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2017. V. 88. P. 100–118.
- 7 Debebe A., Redi-Abshiro M., Chandravanshi B.S. Non-destructive determination of ethanol levels in fermented alcoholic beverages using Fourier transform mid-infrared spectroscopy // *Chem Cent J*. 2017. V. 11. URL: <https://ccj.springeropen.com/articles/10.1186/s13065-017-0257-5>
- 8 Peng B., Ge N., Cui L., Zhao H. Monitoring of alcohol strength and titratable acidity of apple wine during fermentation using near-infrared spectroscopy // *LWT – Food Science and Technology*. 2016. V. 66. P. 86–92.
- 9 Regmi U., Rai K.P., Palma M. Determination of organic acids in wine and spirit drinks by fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy // *J. Food Sci. & Technol. Nepal*. 2012. V. 7. P. 36–43.
- 10 Fu Q., Wang J., Lin G., Suo H. et al. Short-wave near-infrared spectrometer for alcohol determination and temperature correction // *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. 2012. V. 2012. doi:10.1155/2012/728128
- 11 Березина Е.С., Киселева А.А., Филиппова Ю.В. Рефрактометрическое определение концентрации спирта в лекарственных формах // *Вестник Пермской государственной фармацевтической академии*. 2007. № 2. С. 123–125.
- 12 Иоффе Б.В. Рефрактометрические методы химии. 3-е изд., перераб. Л.: Химия, 1983. 352 с.
- 13 Методы технического и микробиологического контроля в виноделии [Под ред. Гержиковой В. Г.]. - Симферополь: Таврида, 2002. 259 с.
- 14 Тимофеев Р.Г. Методика определения объемной доли этилового спирта и общего экстракта вин на основе использования комбинированных систем для измерения плотности и коэффициента преломления жидкостей // *Магарах. Виноградарство и виноделие*. 2011. № 2. С. 24–25.
- 15 Таблицы для определения содержания этилового спирта в водно-спиртовых растворах (Спиртометрические таблицы) М.: Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР. 1972. 364 с.
- 16 Калиткин Н.Н. Численные методы. Москва: Наука. 1978. 512 с.
- 17 Дьяконов В.П. Справочник по алгоритмам и программам на языке Бейсик для персональных ЭВМ: Справочник. Москва: Наука. 1989. 240 с.

References

- 1 Yakuba Yu.F., Temerdashev Z.A. Chromatographic methods in the analysis and identification of grape wines. *Analytics and control*. 2015. vol. 19. no. 4. pp. 288–301. (in Russian).
- 2 Nekhoroshev S.V., Klimenko L.S., Nekhorosheva D.S. Determination of ethanol in aqueous media by FTIR spectroscopy In the collection: Technologies and equipment for the chemical, biotechnological and food industries. Materials of the XII All-Russian scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists with international participation. 2019. pp. 93–97. (in Russian).
- 3 Adamenko G.V., Burak I.I., Kolkov M.A. Methods for determination of ethyl alcohol by gas-liquid chromatography. *Bulletin of Vitebsk State Medical University*. 2014. vol. 13. no. 4. pp. 178–183. (in Russian).
- 4 Tereshchenko Yu.V. Interpretation of the main indicators of heart rate variability. New medical technologies in the service of primary health care: materials of the interregional conference. 2010. pp. 3-11. (in Russian).
- 5 Korshunova N.A., Romanov V.A., Eveleva V.V. Application of spectroscopy to assess the quality of grape wines. *Scientific journal of NRU ITMO. Series: Processes and apparatus for food production*. 2019. no. 3. pp. 42–51. doi: 10.17586/2310-1164-2019-12-3-42-51 (in Russian).
- 6 Dos Santos C.A.T., Pascoa R.N.M.J., Lopes J.A. A review on the application of vibrational spectroscopy in the wine industry: From soil to bottle. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2017. vol. 88. pp. 100–118.
- 7 Debebe A., Redi-Abshiro M., Chandravanshi B.S. Non-destructive determination of ethanol levels in fermented alcoholic beverages using Fourier transform mid-infrared spectroscopy. *Chem Cent J*. 2017. vol. 11. Available at: <https://ccj.springeropen.com/articles/10.1186/s13065-017-0257-5>
- 8 Peng B., Ge N., Cui L., Zhao H. Monitoring of alcohol strength and titratable acidity of apple wine during fermentation using near-infrared spectroscopy. *LWT – Food Science and Technology*. 2016. vol. 66. pp. 86–92.
- 9 Regmi U., Rai K.P., Palma M. Determination of organic acids in wine and spirit drinks by fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy. *J. Food Sci. & Technol. Nepal*. 2012. vol. 7. pp. 36–43.
- 10 Fu Q., Wang J., Lin G., Suo H. et al. Short-wave near-infrared spectrometer for alcohol determination and temperature correction. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. 2012. vol. 2012. doi:10.1155/2012/728128

- 11 Berezina E.S., Kiseleva A.A., Filippova Yu.V. Refractometric determination of alcohol concentration in dosage forms. Bulletin of the Perm State Pharmaceutical Academy. 2007. no. 2. pp. 123–125. (in Russian).
- 12 Ioffe B.V. Refractometric methods of chemistry. 3rd ed., Rev. Leningrad: Chemistry. 1983. 352 p. (in Russian).
- 13 Methods of techno-chemical and microbiological control in winemaking / [Ed. Gerzhikova V.G.] - Simferopol: Tavrida. 2002. 259 p. (in Russian)
- 14 Timofeev R.G. A methodology to determine the volume fractions of ethyl alcohol and total soluble solids based on the use of combined systems for measuring density and refraction coefficient of liquids. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2011. no. 2. pp. 24-25. (In Russian).
- 15 Tables for determining the content of ethyl alcohol in water-alcohol solutions (Alcoholometric tables) M.: The State Committee of Standards of the Council of Ministers of the USSR. 1972. 364 p. (In Russian).
- 16 Kalitkin N.N. CHislennye metody. Moscow: Nauka. 1978. 512 p. (In Russian).
- 17 D'yakonov V.P. Spravochnik po algoritmam i programmam na yazyke Bejsik dlya personal'nyh EVM: Spravochnik. Moscow: Nauka. Gl.red.fiz.-mat.lit. 1989. 240 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Руслан Г. Тимофеев к.т.н., доцент, лаборатория тихих вин, Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарах» РАН», ул. Кирова, 31, Республика Крым, г. Ялта, 298600, Россия, Russ1970@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6105-944X>

Information about authors

Ruslan G. Timofeev Cand. Sci. (Engin.), associate professor, wine technology laboratory, All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of RAS, 31 Kirova Street, Republic of Crimea, Yalta, 298600, Russia, Russ1970@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6105-944X>

Вклад авторов

Руслан Г. Тимофеев написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Contribution

Ruslan G. Timofeev wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 11/08/2020	После редакции 20/08/2020	Принята в печать 31/08/2020
Received 11/08/2020	Accepted in revised 20/08/2020	Accepted 31/08/2020

Сравнительная характеристика социального одобрения феномена вегетарианства в России и Великобритании

Виктор А. Питкин¹ irvik25@mail.ru  0000-0001-6356-6501
Лариса А. Холодная² xolodnaya70@bk.ru

¹ Кубанский государственный технологический университет, Московская ул., 2Г, Краснодар, Россия

² Кубанский институт социэкономии и права (филиал) «Академия труда и социальных отношений», Атарбекова ул., 42, Краснодар, Россия

Аннотация. В статье представлен анализ социального феномена вегетарианства с исторической, медицинской и социологической точки зрения. Целью данной статьи является проанализировать вторичные данные кросскультурных исследований в России и Великобритании. Главной задачей стояло отразить выделить основные особенности отношения к вегетарианству в рамках «западного» менталитета и изучить восприятие феномена вегетарианства в сознании россиян, сопоставить полученные данные. Для выполнения поставленных задач был проведен анализ теоретического материала по теме вегетарианства как феномена современного общества, его основных видов, специфики как системы социокультурных паттернов. В ходе эмпирического анализа межстрановых тенденций в области отношения к вегетарианству на примере двух стран были зафиксированы следующие моменты. Соотношение людей, придерживающиеся вегетарианского или веганского типа питания, превышает в Великобритании. Однако, как в России, так и в Великобритании выявилось 10–15% опрошенных, которые могли бы попробовать на этот тип питания и придерживаться его примерно месяц. В России аргументом в пользу вегетарианского питания всё-таки чаще выступает личное благополучие и здоровье, а в Великобритании люди больше заинтересованы в защите окружающей среды.

Ключевые слова: вегетарианство, веганство, питание, здоровье, тенденции

Comparative characteristics of social approval of the phenomenon of vegetarianism in Russia and the UK

Victor A. Pitkin¹ irvik25@mail.ru  0000-0001-6356-6501
Larisa A. Holodnaya² xolodnaya70@bk.ru

¹ Kuban State Technological University, Moskovskaya st., 2G, Krasnodar, Russia

² Kuban Institute of Socioeconomics and Law (branch), st. Atarbekova 42, Krasnodar, Russia

Abstract. The article presents an analysis of the social phenomenon of vegetarianism from a historical, medical and sociological point of view. The purpose of this article is to analyze secondary data from cross-cultural studies in Russia and the UK. The main task was to highlight the main features of the attitude towards vegetarianism in the framework of the "Western" mentality and to study the perception of the phenomenon of vegetarianism in the minds of Russians, to compare the data obtained. To accomplish the set tasks, the analysis of theoretical material on the topic of vegetarianism as a phenomenon of modern society, its main types, specificity as a system of sociocultural patterns was carried out. In the course of an empirical analysis of intercountry trends in the field of attitudes towards vegetarianism, the following points were recorded using the example of two countries. The proportion of people on a vegetarian or vegan diet is higher in the UK. However, both in Russia and in the UK, 10–15% of respondents were found who could try this type of diet and stick to it for about a month. In Russia, personal well-being and health is more often the argument in favor of a vegetarian diet, while in the UK people are more interested in protecting the environment.

Keywords: vegetarianism, veganism, nutrition, health, trends

Введение

С каждым днем возрастает количество людей, которые отказываются от потребления мясной продукции из-за этических или личных взглядов. Возможно, это является веянием моды или действительно люди ищут путь к оздоровлению организма и природы в целом, но факт остается фактом, все чаще можно увидеть пропаганду вегетарианства в социальных сетях, в СМИ и даже «красной нитью» на полках гипермаркетов. Отношение к этому типу питания или диете, как это обычно бывает, сложилось у людей абсолютно разное. Особенно важно понимать, по каким траекториям развивается

данное отношение в рамках мирового пространства. Исходя из этого, в данной статье предлагается проанализировать отношение «западной» и российской общественности к феномену вегетарианства. Для достижения данной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- изучить историю формирования феномена вегетарианства;
- определить основные разновидности и преимущества вегетарианства;
- выделить основные особенности отношения к вегетарианству в рамках «западного» менталитета (на примере Великобритании);

Для цитирования

Питкин В.А., Холодная Л.А. Сравнительная характеристика социального одобрения феномена вегетарианства в России и Великобритании // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 110–116. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-110-116

For citation

Pitkin V.A., Holodnaya L.A. Comparative characteristics of social approval of the phenomenon of vegetarianism in Russia and the UK. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 110–116. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-110-116

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

— изучить восприятие феномена вегетарианства в сознании россиян.

Исторически сложилось, что вегетарианство распространялось среди людей, практикующих индуизм, буддизм, джайнизм — то есть, первопричиной вегетарианства является религия. Вегетарианство также практиковалось интеллигенцией и людьми, увлекающимися философией.

Однако надежные данные о людях, сознательно отказавшихся от мяса, датируются приблизительно IV–V тысячелетиями до нашей эры. Этот шаг они совершили с целью получения снисхождения богов, чтобы они не препятствовали им в осуществлении разных обрядов, которые совершали те самые, как мы их сейчас называем, вегетарианцы.

Только в XX веке вегетарианство вновь становится довольно популярным движением. В 1908 году на территории Германии был организован Международный Вегетарианский Союз (International Vegetarian Union), целью которого было распространение знаний о пользе употребления растительной пищи и отказ от мяса [1].

Ответ на вопрос, в чем же все-таки преимущества вегетарианства, стоит искать в первую очередь в самом образе жизни.

Снижение риска диабета — вегетарианская диета, вероятно, не излечит ваш диабет. Но она может дать некоторые преимущества по сравнению с не вегетарианской диетой — например, снизить риск некоторых связанных с диабетом осложнений и, возможно, даже сделать ваш организм более восприимчивым к инсулину. Вы перестаёте вносить вклад в разрушение экологии планеты, ведь питаясь мясными продуктами, вы невольно поддерживаете индустрию, которая своими отходами загрязняет многие природные объекты.

Низкая минеральная плотность костей — это минус, который можно выделить. Вегетарианская диета может быть здоровой, если она хорошо сбалансирована и если пища употребляется разнообразная. Один из самых серьезных минусов вегетарианства — это «проблема B12». Такого витамина нет в растениях, он есть только в продуктах животного происхождения. Без витамина B12 развиваются серьезные и необратимые заболевания нервной системы. Когда говорят о вреде вегетарианства, имеют в виду прежде всего это обстоятельство [2].

Далее будет приведен эмпирический анализ межстрановых тенденций в области отношения к вегетарианству на примере двух стран: России и Великобритании.

Методы

На данный момент в Великобритании существует несколько опросов, оценивающих количество веганов, вегетарианцев относительно количества населения в целом. Репрезентативные опросы обычно оценивают количество веганов примерно в количестве 1–2% взрослого населения, вегетарианцы составляют около 2–7%. При этом различные опросы используют соответственно разные вопросные категории. В то время как опросы редко ставят число вегетарианцев и веганов в Великобритании выше 10%, многие недавние исследования показали, что значительное число людей намерено или готово сократить потребление мяса [3]. Существующие исследования дают некоторое представление о причинах, по которым люди чувствуют себя вынужденными отказаться от употребления мяса, а также о барьерах, с которыми они сталкиваются при этом.

Недавние опросы также выявили основные мотивы и ограничения, связанные с вегетарианством и веганством относительно соблюдения диеты [4]. Основными мотивами для перехода на вегетарианскую или веганскую диету являются благополучие животных, окружающая среда и личное здоровье.

В то время как общие мотиваторы и ограничения для вегетарианской и веганской диеты хорошо известны, документально подтверждено, что существует недостаточное количество открытых данных, оценивающих, как мясоеды оценивают соответствующие аспекты о каждой из этих диет.

Участниками рассматриваемого в данной статье исследования выступили граждане Великобритании, не являющиеся веганами или вегетарианцами, возраст — 18 лет и старше ($n = 1000$).

Результаты и обсуждение

Общее отношение к вегетарианству и веганству. Цель данного этапа анализа состоит в том, чтобы оценить, что мясоеды в Великобритании думают о различных аспектах вегетарианской и веганской диеты.

На рисунке 1 показаны средние баллы по каждому аспекту вегетарианства и веганства. Каждый аспект был оценен по шкале от 1 до 7, где 1 представляет наиболее негативный взгляд, 7 представляет наиболее положительный взгляд, а 4 — это середина.

На рисунках 2 и 3 показана доля респондентов, давших положительный результат (5–7 баллов по шкале), отрицательный результат (1–3 по шкале) или нейтральный (4 по шкале) в рамках отношения к вегетарианству и веганству.

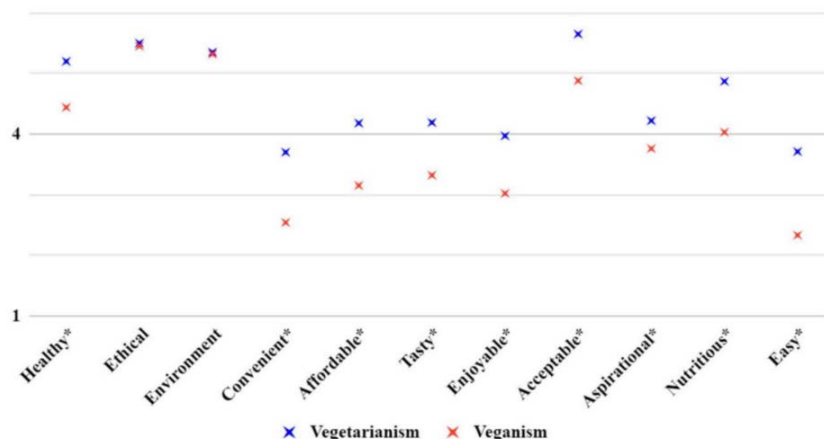


Рисунок 1. Средние баллы по каждому аспекту вегетарианства и веганства

Figure 1. Average scores for each aspect of vegetarianism and veganism

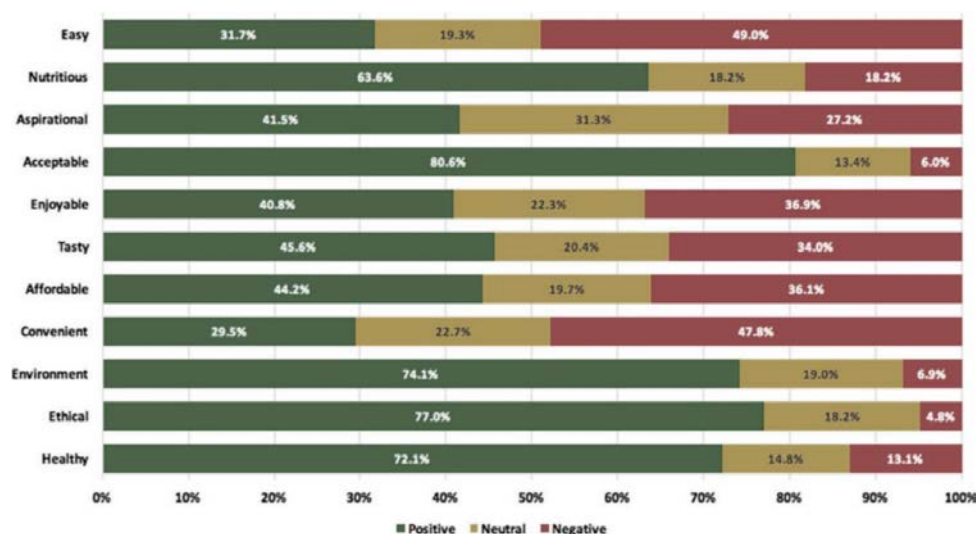


Рисунок 2. Доля респондентов, давших положительный результат (5–7 баллов по шкале), отрицательный результат (1–3 по шкале) или нейтральный (4 по шкале) в рамках отношения к вегетарианству

Figure 2. The proportion of respondents who gave a positive result (5–7 points on a scale), a negative result (1–3 on a scale) or neutral (4 on a scale) in terms of their attitude to vegetarianism

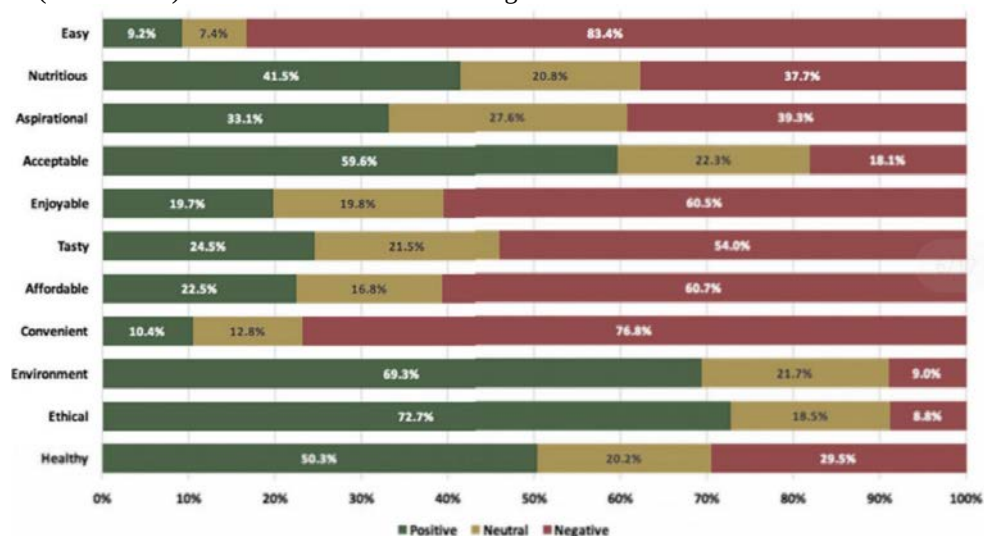


Рисунок 3. Доля респондентов, давших положительный результат (5–7 баллов по шкале), отрицательный результат (1–3 по шкале) или нейтральный (4 по шкале) в рамках отношения к вегетарианству

Figure 3. The proportion of respondents who gave a positive result (5–7 points on a scale), a negative result (1–3 on a scale) or neutral (4 on a scale) in terms of attitudes towards vegetarianism

Как показано на рисунке 1, факторы, которые обычно считаются мотивами для перехода на вегетарианство или веганство, действительно, оцениваются положительно в среднем. На меры по обеспечению здоровья, питания, воздействия на окружающую среду и этику, респонденты реагируют как на положительно влияющий аспект вегетарианства и веганства.

И наоборот, факторы, которые обычно считаются ограничениями для принятия вегетарианца или веганства в среднем оцениваются как нейтрально и отрицательно, особенно отрицательно относятся к веганству. Легкость, удобство, вкус и доступность веганства – все это было оценено в среднем отрицательно. Средние оценки по вегетарианству были более нейтральными.

Что касается аспектов, связанных с социальными перспективами диеты, то в целом полученные данные свидетельствуют о том, что респонденты думают, что вегетарианство и веганство социально приемлемы. Как показано на рисунках 2 и 3, большинство из них положительно относятся к социальной приемлемости как вегетарианства, так и веганства. Однако большинство из них имеют отрицательные или нейтральные взгляды на эти диеты с точки зрения их желательности. Как и в случае с другими факторами, взгляды на веганство более негативны, чем взгляды на вегетарианство.

Таблица 1 показывает, как респонденты оценили предполагаемое изменение в потреблении мяса и животных продукты.

Как видно из таблицы 1, большинство респондентов заявили, что потребление мяса и животных продуктов могло бы быть примерно таким же в течение одного месяца. Тем не менее, меньшинство заявило, что они бы уменьшили потребление ими мяса и продуктов животного происхождения. Кроме того, 3,5% опрошенных заявили, что они будут очень рады сократить их потребление мяса, в то время как 2,4% заявили, что они значительно сократят свое потребление из продуктов животного происхождения. Только 0,1% и 0,2% заявили, что полностью исключат свое потребление мяса и продуктов животного происхождения соответственно.

Таблица 1.

Оценка предполагаемого изменения в потреблении мяса и животных продукты

Table 1.

Assessment of the estimated change in consumption of meat and animal products

Response	Meat	Animal products
Eliminate (1)	0,1%	0,2%
Greatly decrease (2)	3,5%	2,4%
Slightly decrease (3)	13,0%	11,3%
Maintain the same (4)	81,0%	84,3%
Slightly increase (5)	1,9%	1,5%
Greatly increase (6)	0,5%	0,3%
Mean (SD)	3,83 (0,537)	3,85 (0,483)

Как показано в таблице 2 (и на рисунке 1), веганские диеты рассматриваются значительно более негативно, чем вегетарианские диеты почти во всех аспектах.

Таблица 2.

Значения оценка вегетарианства и веганства по различным аспектам

Table 2.

Values assessment of vegetarianism and veganism on various aspects

Aspect	Vegetarianism Mean (SD)	Veganism Mean (SD)	Wilcoxon Signed Rank Tests
Healthy	5,20 (1,44)	4,44 (1,73)	*Z = -15,249; P < 0,001
Ethical	5,50 (128)	5,45 (151)	Z = -1,618; p = 0,106
Environment	5,35 (1-29)	5,32 (150)	Z = -0,836; p = 0,403
Convenient	3,70 (1,52)	2,54 (144)	*Z = -19,610; p < 0,001
Affordable	4,18 (1,70)	3,15 (1,76)	*Z = -17,175; p < 0,001
Tasty	4,19 (1,71)	3,32 (1,66)	*Z = -16,838; p < 0,001
Enjoyable	3,97 (1,68)	3,02 (1,65)	*Z = -18,026; p < 0,001
Acceptable	5,65 (1,33)	4,88 (154)	*Z = -16,095; p < 0,001
Aspirational	4,22 (1,56)	3,76 (1,74)	*Z = -9,609; p < 0,001
Nutritious	4,87 (1,50)	4,03 (1,74)	*Z = -15,944; p < 0,001
Easy	3,71 (1-59)	2,33 (140)	*Z = -20,569; p < 0,001

* indicates the difference between vegetarianism and veganism was significant at $p = 0,05$

Единственные аспекты, в которых нет существенных различий во мнениях этих двух диет касаются того, насколько они этичны и насколько полезны для окружающей среды. Другими словами, мясоеды в среднем не воспринимают никаких дополнительных выгод с точки зрения животных и окружающей среды.

Также информативно будет рассмотреть, как восприятие различных аспектов вегетарианства и веганства может варьироваться в зависимости от различных демографических показателей.

Во-первых, U-тесты Манна-Уитни были использованы для сравнения оценок каждого аспекта вегетарианства и веганства между мужчинами ($n = 498$) и женщинами ($n = 498$). Поскольку этот анализ включал в себя несколько сравнений (для 22 различных переменных), здесь перечислены все различия, которые являются значимыми при $p = 0,05$, а также дополнительно обозначены те, которые являются значимыми при $p = 0,002$. Женщины, как правило, имеют более позитивные взгляды на вегетарианство и веганство по сравнению с мужчинами. Это согласуется с предыдущими исследованиями, которые показали, что мужчины склонны потреблять больше мяса и менее склонны быть вегетарианцами или веганами по сравнению с женщинами. Значительным исключением здесь было то, что мужчины оценили веганство как более легкое и доступное по сравнению с женщинами.

Во-вторых, корреляционный анализ Спирмена был использован для изучения того, какие рейтинги значительно больше коррелируют с возрастом, политическими взглядами, уровнем образования и дохода. Положительные значения r указывают на то, что этот аспект позитивно оценили пожилые респонденты, респонденты с более высоким уровнем образования и респонденты с более высоким уровнем дохода; отрицательные значения r указывают на обратное.

Пожилые люди склонны рассматривать некоторые аспекты вегетарианства и веганства более позитивно, чем молодежь. Более высокий возраст коррелировал с повышенными оценками легкости для обеих диет, а также повышенные рейтинги удобства для вегетарианства. Однако, пожилые участники, как правило, оценивали веганство как менее здоровое, менее этичное и менее желательное, чем молодые респонденты.

Образование положительно коррелировало с различными взглядами на вегетарианство и веганство; в частности, те, кто имел более высокий уровень образования, рассматривали вегетарианство как более доступное и рассматривали веганство как более этичное.

Что касается отечественного пространства, то здесь можно выявить достаточно много сходств с западными паттернами отношения к вегетарианству и веганству. Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ) представил данные исследования на тему вегетарианства в 2018 году. В опросе приняли участие россияне в возрасте от 18 лет. Метод опроса – телефонное интервью по стратифицированной двухосновной случайной выборке стационарных и мобильных номеров объемом 1000 респондентов. Выборка построена на основе полного списка телефонных номеров, задействованных на территории РФ. Данные взвешены на вероятность отбора и по социально-демографическим параметрам. Для данной выборки максимальный размер ошибки с вероятностью 95% не превышает 2,5%. Помимо ошибки выборки смещение в данные опросов могут вносить формулировки вопросов и различные обстоятельства, возникающие в ходе полевых работ.

Большая часть населения России имеет образное представление о вегетарианстве, так согласно опросу 50% считают, что вегетарианство – это диета без употребления мясных и рыбных продуктов, 45% респондентов заявили, что это употребление исключительно растительной пищи.

Среди тех, кто знает о вегетарианстве, только 1% респондентов придерживаются этого типа питания. Треть опрошенных (39%) считают, что вегетарианство пагубно влияет на организм человека и здоровье в целом. Так заявили молодые люди в возрасте 18–24 лет (50%). Однако были люди, которые заявили (20%), что такой образ жизни полезен для здоровья. Еще 27% участников опроса сообщили, что вегетарианство никак не влияет на состояние организма.

Среди тех, кто считает вегетарианство полезным для здоровья, существуют следующие аргументы, что такой образ жизни очищает организм (34%). Люди старшего поколения (60 лет и старше) чаще думают, что эта пища содержит больше витаминов (40%). Реже участники опроса указывают такие причины, как легкость питания (15%), отсутствие холестерина (14%) и вредных добавок (12%).

Те, кто считает, что вегетарианство вредно для здоровья, в частности, аргументируют свою позицию наличием в мясе витаминов, полезных веществ, которых недостаточно в растительной пище (33%). Среди 18–24-летних эта доля выше – 41%. Вторым по популярности аргументом выступает – потребность в животном белке (28%). Еще 13% опрошенных говорят, что рацион питания должен быть сбалансированным (13%). Нельзя обойтись без мясных и молочных продуктов, говорят 11% участников опроса [4].

Таким образом, можно резюмировать следующим образом: тема вегетарианства в России не является новой и неизведанной, как показал опрос люди старше 18 лет так или иначе имеют представление о данном типе питания. И хоть, их всего количество опрошенных только малая часть придерживается данного типа питания, можно заявить, что эта тенденция будет меняться [6–10]. Большая часть опрошенных выделила аргументы в пользу вегетарианства, а наиболее лояльным оказалась часть общества старше 25 лет. Возможно это связано с тем, что старшее поколение намного чаще поднимает вопрос собственного здоровья.

Заключение

В ходе эмпирического анализа межстрановых тенденций в области отношения к вегетарианству на примере двух стран, а именно России и Великобритании было зафиксированы следующие моменты.

Соотношение людей, придерживающиеся вегетарианского или веганского типа питания, превышает в Великобритании. Однако, как в России, так и в Великобритании выявилось 10–15% опрошенных, которые могли бы попробовать на этот тип питания и придерживаться его примерно месяц.

В России аргументом в пользу вегетарианского питания всё-таки чаще выступает личное благополучие и здоровье, когда в Великобритании люди больше заинтересованы в защите окружающей среды.

И главная тенденция, которая характерна как для Великобритании, так и для России, заключается в том, что пожилые люди лояльнее относятся к веганству и вегетарианству, чем люди в возрасте от 18 до 25 лет.

Таким образом, выявить диаметрально противоположных тенденций, влияющих на отношение к феномену вегетарианства в России и Великобритании, не удалось.

Литература

- 1 Зарубина Н.Н. Вегетарианство в России: индивидуальный выбор против традиций // Историческая психология и социология истории. 2016. № 2. С. 137–154.
- 2 Гончарова О.Д. Польза и вред вегетарианства // БМИК. 2013. № 2. С. 447.
- 3 Christopher J.B. We Can't Keep Meating Like This: Attitudes towards Vegetarian and Vegan Diets in the United Kingdom. // Sustainability journal. 2019. № 11. P. 1–17.
- 4 Вегетарианство: за и против. Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vegetarianstvo-v-rossii-individualnyy-vybor-protiv-traditsiy>
- 5 Pan X., Houser D. Social approval, competition and cooperation // Experimental Economics. 2017. V. 20. № 2. P. 309-332.
- 6 Mullee A. et al. Vegetarianism and meat consumption: A comparison of attitudes and beliefs between vegetarian, semi-vegetarian, and omnivorous subjects in Belgium // Appetite. 2017. V. 114. P. 299-305.
- 7 Rosenfeld D.L. The psychology of vegetarianism: Recent advances and future directions // Appetite. 2018. V. 131. P. 125-138.
- 8 Leite A.C., Dhont K., Hodson G. Longitudinal effects of human supremacy beliefs and vegetarianism threat on moral exclusion (vs. inclusion) of animals // European Journal of Social Psychology. 2019. V. 49. № 1. P. 179-189.
- 9 Iguacel I. et al. Veganism, vegetarianism, bone mineral density, and fracture risk: a systematic review and meta-analysis // Nutrition reviews. 2019. V. 77. № 1. P. 1-18.
- 10 Dagnelie P.C., Mariotti F. Vegetarian diets: Definitions and pitfalls in interpreting literature on health effects of vegetarianism // Vegetarian and plant-based diets in health and disease prevention. Academic Press, 2017. P. 3-10.

References

- 1 Zarubina N.N. Vegetarianism in Russia: an individual choice against traditions. Historical Psychology and Sociology of History. 2016. no. 2. pp. 137–154. (in Russian).
- 2 Goncharova O.D. The benefits and harms of vegetarianism. BМИК. 2013. no. 2. pp. 447. (in Russian).
- 3 Christopher J.B. We Can't Keep Meating Like This: Attitudes towards Vegetarian and Vegan Diets in the United Kingdom. Sustainability journal. 2019. no. 11. pp. 1–17.
- 4 Vegetarianism: Pros and Cons. All-Russian Center for the Study of Public Opinion (VTsIOM). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vegetarianstvo-v-rossii-individualnyy-vybor-protiv-traditsiy> (in Russian).
- 5 Pan X., Houser D. Social approval, competition and cooperation. Experimental Economics. 2017. vol. 20. no. 2. pp. 309-332.
- 6 Mullee A. et al. Vegetarianism and meat consumption: A comparison of attitudes and beliefs between vegetarian, semi-vegetarian, and omnivorous subjects in Belgium. Appetite. 2017. vol. 114. pp. 299-305.
- 7 Rosenfeld D.L. The psychology of vegetarianism: Recent advances and future directions. Appetite. 2018. vol. 131. pp. 125-138.
- 8 Leite A.C., Dhont K., Hodson G. Longitudinal effects of human supremacy beliefs and vegetarianism threat on moral exclusion (vs. inclusion) of animals. European Journal of Social Psychology. 2019. vol. 49. no. 1. pp. 179-189.
- 9 Iguacel I. et al. Veganism, vegetarianism, bone mineral density, and fracture risk: a systematic review and meta-analysis. Nutrition reviews. 2019. vol. 77. no. 1. pp. 1-18.
- 10 Dagnelie P.C., Mariotti F. Vegetarian diets: Definitions and pitfalls in interpreting literature on health effects of vegetarianism. Vegetarian and plant-based diets in health and disease prevention. Academic Press, 2017. pp. 3-10.

Сведения об авторах

Виктор А. Питкин ст. преподаватель, кафедра физического воспитания и спорта, Кубанский государственный технологический университет, Московская ул., 2Г, Краснодар, Россия, irvik25@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6356-6501>

Лариса А. Холодная ст. преподаватель, Кубанский институт социэкономии и права (филиал), ул. Атарбекова, 42, Краснодар, Россия, xolodnaya70@bk.ru

Information about authors

Victor A. Pitkin lecturer, physical education and sports department, Kuban State Technological University, Moskovskaya st., 2G, Krasnodar, Russia, irvik25@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6356-6501>

Larisa A. Holodnaya lecturer, Kuban Institute of Socioeconomics and Law (branch), st. Atarbekova 42, Krasnodar, Russia, xolodnaya70@bk.ru

Вклад авторов

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

Contribution

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 08/10/2019	После редакции 12/11/2019	Принята в печать 16/12/2019
Received 08/10/2019	Accepted in revised 12/11/2019	Accepted 16/12/2019

Определение массовой концентрации бензойной кислоты в безалкогольной и слабоалкогольной продукции спектрофотометрическим методом

Регина П. Точилина	¹	winexpert@yandex.ru	 0000-0003-0838-4195
Татьяна С. Склепович	¹	Tanay1212@mail.ru	 0000-0002-9297-1255
Максим А. Захаров	¹	mazakhroff@mail.ru	 0000-0002-4569-3088

¹ ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Россолимо, 7, г. Москва, 119021, Россия

Аннотация. В производстве слабоалкогольных и безалкогольных напитков разрешено использование консервантов, в том числе бензойную кислоту (БК) и ее соли. Для контроля содержания этого консерванта применяются стандартные методы на основе высокоэффективной жидкостной хроматографии. В настоящей работе представлены результаты по определению бензойной кислоты в образцах слабоалкогольной и безалкогольной продукции спектрофотометрическим методом. Проведены исследования по установлению оптимальной длины волны при измерении оптической плотности растворов бензойной кислоты. Построена градуировочная характеристика для определения массовой концентрации бензойной кислоты, которая позволяет определять ее концентрацию в диапазоне от 10 мг/дм³ до 500 мг/дм³ бензойной кислоты с учетом разбавления. Получены метрологические данные для построения градуировочной характеристики определения бензойной кислоты в слабоалкогольной и безалкогольной продукции. Показано, что результаты определения этого консерванта в указанных продуктах спектрофотометрическим методом сопоставимы с аналогичными результатами, полученными с использованием стандартных методов на основе высокоэффективной жидкостной хроматографии. Результаты исследований стали основой разработанной Методики измерений массовой концентрации сорбиновой и бензойной кислоты в слабоалкогольной и безалкогольной продукции спектрофотометрическим методом. Разрабатываемая методика позволяет проводить измерения массовой концентрации бензойной кислоты в слабоалкогольной и безалкогольной продукции, содержащих только бензойную кислоту. Спектрофотометрический метод определения массовой концентрации БК менее затратный способ определения этого консерванта в продукте, чем применяемый в настоящее время метод высокоэффективной жидкостной хроматографии, не требует специального дорогостоящего оборудования, дополнительных расходных материалов и специально обученного персонала.

Ключевые слова: слабоалкогольные напитки, безалкогольные напитки, консервант, сорбиновая кислота, бензойная кислота, концентрация, спектрофотометрический метод, высокоэффективная жидкостная хроматография

Determination of the mass concentration of benzoic acid in non-alcoholic and low-alcohol products by the spectrophotometric method

Regina P. Tochilina	¹	winexpert@yandex.ru	 0000-0003-0838-4195
Tatyana S. Sklepovich	¹	Tanay1212@mail.ru	 0000-0002-9297-1255
Maksim A. Zakharov	¹	mazakhroff@mail.ru	 0000-0002-4569-3088

¹ All-Russian Scientific-Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industries - a branch of the Federal Scientific Center for Food Systems V.M. Gorbатов RAS, Rossolimo str., 7, Moscow, 119021, Russia

Abstract. In the production of low-alcohol and non-alcoholic beverages, the use of preservatives is allowed, including benzoic acid (BK) and its salts. Standard methods based on high performance liquid chromatography are used to control the content of this preservative. This work presents the results on the determination of benzoic acid in samples of low-alcohol and non-alcoholic products by the spectrophotometric method. Research has been carried out to establish the optimal wavelength when measuring the optical density of benzoic acid solutions. A calibration characteristic has been constructed to determine the mass concentration of benzoic acid, which makes it possible to determine its concentration in the range from 10 mg/dm³ to 500 mg/dm³ of benzoic acid, taking into account dilution. Metrological data have been obtained for constructing a calibration characteristic for the determination of benzoic acid in low-alcohol and non-alcoholic products. It is shown that the results of the determination of this preservative in the indicated products by the spectrophotometric method are comparable with the analogous results obtained using standard methods based on high performance liquid chromatography. The research results became the basis for the developed Methodology for measuring the mass concentration of sorbic and benzoic acids in low-alcohol and non-alcoholic products by the spectrophotometric method. The developed technique allows measuring the mass concentration of benzoic acid in low-alcohol and non-alcoholic products containing only benzoic acid. The spectrophotometric method for determining the mass concentration of BA is a less costly method for determining this preservative in a product than the currently used method of high-performance liquid chromatography, does not require special expensive equipment, additional consumables and specially trained personnel.

Keywords: low alcohol drinks, soft drinks, preservative, sorbic acid, benzoic acid, concentration, spectrophotometric method, high performance liquid chromatography

Для цитирования

Точилина Р.П., Склепович Т.С., Захаров М.А. Определение массовой концентрации бензойной кислоты в безалкогольной и слабоалкогольной продукции спектрофотометрическим методом // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 117–122. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-117-122

For citation

Tochilina R.P., Sklepovich T.S., Zakharov M.A. Determination of the mass concentration of benzoic acid in non-alcoholic and low-alcohol products by the spectrophotometric method. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 117–122. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-117-122

Введение

В настоящее время ассортимент слабоалкогольной и безалкогольной продукции непрерывно расширяется, в том числе растет производство напитков с удлинённым сроком хранения. Для повышения микробиологической стойкости слабоалкогольных и безалкогольных напитков разрешено использование пищевых добавок – консервантов [1] в том числе бензойной кислоты (Е210) или ее солей (Е211). Поскольку соль бензойной кислоты – бензоат натрия, растворяется значительно легче и быстрее, чем бензойная кислота, в промышленном производстве используют преимущественно бензоат натрия. Этот консервант вносят на стадии приготовления купажных сиропов в виде водного раствора бензоата натрия, содержание которого в готовом напитке пересчитывается на бензойную кислоту [2, 3]. Концентрация бензойной кислоты (БК) в слабоалкогольных напитках (САП) и безалкогольных напитках (БАП) согласно ТР ТС 029/2012 ограничена (таблица 1). Для контроля содержания бензойной кислоты в продукте применяются стандартные методы, в первую очередь с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [4]. Однако использование ВЭЖХ требует достаточно дорогостоящего специального оборудования, расходных материалов и специально обученного

персонала для работы на жидкостном хроматографе. Поэтому возникает необходимость в разработке новых, менее затратных методов контроля, позволяющих проводить испытания и в производственных лабораториях. Ранее в нашей работе [5] при разработке методики определения массовой концентрации сорбиновой кислоты (СК) в винопродукции спектрофотометрическим методом [6, 7] было показано, что при спектрофотометрическом определении сорбиновой кислоты в образцах винопродукции возможно и определение бензойной кислоты. Это наблюдение было использовано в настоящей работе для разработки спектрофотометрического метода определения бензойной кислоты в слабоалкогольной и безалкогольной продукции. Спектрофотометрия не требует специальных расходных материалов и дорогостоящего оборудования, как ВЭЖХ, а используется лишь спектрофотометр, позволяющий проводить измерения в UV-части спектра, а также прибор для дистилляции водяным паром, используемый при стандартном определении летучих кислот в винопродукции [8]. Кроме того, спектрофотометрические методы не требуют, в отличие от методов, использующих ВЭЖХ, специально обученных операторов, и, как правило, достаточно затратных расходных материалов, при решении самых разных задач при исследовании продуктов растительного производства [11,12,13,14,].

Таблица 1.

Значения предельно допустимых концентрации бензойной кислот в слабоалкогольной и безалкогольной продукции в соответствии с ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»

Table 1.

The values of the maximum permissible concentration of benzoic acids in low-alcohol and non-alcoholic products in accordance with TR CU 029/2012 "Safety requirements for food additives, flavorings and technological aids"

	Массовая концентрация бензойной кислоты, мг/дм ³ Mass concentration of benzoic acid, mg/dm ³	Метод контроля, установленный в стандарте The control method specified in the standard
ГОСТ 28188–2014 «Напитки безалкогольные. Общие технические условия» [9] GOST 28188–2014 "Soft drinks. General technical conditions" [9]	150	ГОСТ 30059 «Напитки безалкогольные. Методы определения аспартама, сахарина, кофеина и бензоата натрия» [4] GOST 30059 «Non-alcoholic drinks. Methods for the determination of aspartame, saccharin, caffeine and sodium benzoate» [4]
ГОСТ Р 52700–2018 «Напитки слабоалкогольные. Общие технические условия» [10] GOST R 52700–2018 "Low alcohol drinks. General specifications" [10]	200	ГОСТ 30059 «Напитки безалкогольные. Методы определения аспартама, сахарина, кофеина и бензоата натрия» [4] GOST 30059 «Non-alcoholic drinks. Methods for the determination of aspartame, saccharin, caffeine and sodium benzoate» [4]

Материалы и методы

В качестве объектов исследований были использованы:

- напитки безалкогольные промышленного производства;
- напитки слабоалкогольные промышленного производства;

—калия сорбат по ГОСТ Р 55583–2013 Добавки пищевые. Калия сорбат Е202. Технические условия;

—натрия бензоат по ГОСТ 32774–2014 Добавки пищевые. Натрия бензоат Е211. Технические условия.

Предлагаемый метод заключается в измерении оптической плотности при определенной длине волны дистиллята продукта, получаемого дистилляцией водяным паром. Прибор, используемый для получения дистиллята, описан в стандарте ГОСТ 32001 [8], и применяется при определении летучих кислот в винопродукции стандартным методом.

При проведении исследований для изменений концентрации БК в образцах САП и БАП были использованы:

— «метод разбавления пробы» (в качестве разбавителя использовались водные растворы бензойной кислоты известной концентрации);

— «метод смешивания» (смешивание расчетного объема продукта с расчетным объемом бензойной кислоты известной концентрации, а также смешивание

продуктов с различной установленной концентрацией БК в определенном соотношении).

Результаты и обсуждения

На первом этапе работы были построены градуировочные характеристики, при построении которых были использованы растворы бензойной кислоты заданной концентрации, приготовленные двумя способами. Первый способ – по навеске бензоата натрия, второй – из стандартного образца бензойной кислоты (ЭАА 1–2003 с массовой концентрацией БК $C = 1000 \text{ мг/дм}^3$). Полученные метрологические данные для построения градуировочных характеристик, с различными исходными растворами, практически совпадают (таблица 2).

Таблица 2.

Сравнение градуировочных характеристик

Table 2.

Comparison of calibration characteristics

Метрологические характеристики Metrological characteristics	Градуировочная характеристика определение массовой концентрации бензойной кислоты с использованием спектрофотометрического метода, мг/дм^3 Calibration characteristic for determination of mass concentration of benzoic acid using spectrophotometric method, mg/dm^3	
	из стандартного образца бензойной кислоты from a standard sample of benzoic acid	из навески бензоата натрия from a weighed portion of sodium benzoate
k (градуировочный коэффициент) (calibration factor)	0.00132	0.00128
СКО (среднее квадратическое отклонение) ASD (average square deviation)	0.0054	0.0081
r (коэффициент корреляции) (correlation coefficient)	0.999	1.000

Однако использование стандартных образцов БК не является технологичным, так как исходно низкая концентрация БК в стандартном образце не позволяет строить градуировочную характеристику с требуемыми исходными концентрациями БК в градуировочных растворах. Поэтому в дальнейшем в Методику определения бензойной кислоты спектрофотометрическим методом было разработано и внесено соответствующее обязательное «Приложение по приготовлению аттестованных смесей бензойной кислоты».

Были проведены исследования по установлению оптимальной длины волны при измерении оптической плотности растворов бензойной кислоты. По литературным данным, известно, что раствор недиссоциированной бензойной кислоты имеет максимум поглощения при 230 нм, в то время как анион БК – при 224 нм. Нами были сопоставлены спектры нескольких градуировочных растворов БК (рисунок 2), и показано, что максимум поглощения наших растворов наблюдается при 226 нм [15].

В дальнейшей работе все измерения при определении массовой концентрации БК проводились при длине волны 226 нм, в том числе и при построении градуировочной характеристики.

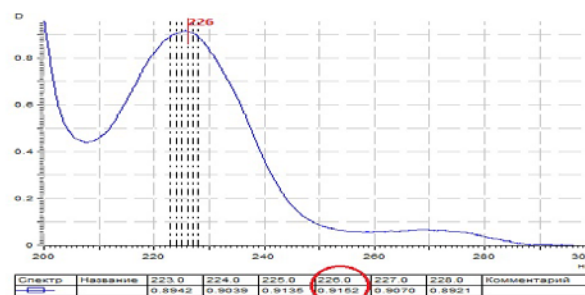


Рисунок 1. Определение оптимальной длины волны для измерения оптической плотности раствора бензойной кислоты

Figure 1. Determination of the optimal wavelength for measuring the optical density of a benzoic acid solution

В процессе работы были проведены сравнительные испытания по определению массовой концентрации бензойной кислоты в промышленных образцах (САП, БАП, напитки пивные,

квас) стандартным методом (ВЭЖХ) и спектрофотометрическим методом (СФМ), результаты которых приведены в таблице 3. Полученные данные показали стабильную сопоставимость результатов определения массовой концентрации бензойной кислоты, полученных этими методами.

1) Раствор бензойной кислоты ($C = 250 \text{ мг/дм}^3$) приготовленный из навески бензоата натрия | Benzoic acid solution ($C = 250 \text{ mg/dm}^3$) prepared from a weighed portion of sodium benzoate

2) Раствор стандартного образца бензойной кислоты ($C = 200 \text{ мг/дм}^3$) Benzoic acid standard sample solution ($C = 200 \text{ mg/dm}^3$)

3) Напиток САП № 1 (м.к. БК не обнаружена) + Раствор бензойной кислоты ($C = 250 \text{ мг/дм}^3$) 1:1 | Low-alcohol drink № 1 (mass concentration of benzoic acid was not detected) + Benzoic acid solution ($C = 250 \text{ mg/dm}^3$) 1: 1

4) Напиток САП № 2 (м.к. БК $C = 110 \text{ мг/дм}^3$) + Раствор бензойной кислоты ($C = 250 \text{ мг/дм}^3$) 1:1 | Low-alcohol drink № 2 (mass concentration of benzoic acid $C = 110 \text{ mg/dm}^3$) + Benzoic acid solution ($C = 250 \text{ mg/dm}^3$) 1: 1

5) Напиток САП № 3 (м.к. БК $C = 113 \text{ мг/дм}^3$) + Раствор бензойной кислоты ($C = 250 \text{ мг/дм}^3$) 1:1 | Low-alcohol drink № 3 (mass concentration of benzoic acid $C = 113 \text{ mg/dm}^3$) + Benzoic acid solution ($C = 250 \text{ mg/dm}^3$) 1: 1

6) Напиток САП № 1 (м.к. БК не обнаружена) + Напиток САП № 4 (м.к. БК $C = 104 \text{ мг/дм}^3$) 1:1 | Low-alcohol drink № 1 (mass concentration of benzoic acid was not detected) + Low -alcohol drink № 4 (mass concentration of benzoic acid $C = 104 \text{ mg/dm}^3$)

7) Напиток САП № 1 (м.к. БК не обнаружена) + Напиток БАП № 7 (м.к. БК $C = 155 \text{ мг/дм}^3$) 1:1 | Low-alcohol drink № 1 (mass concentration of benzoic acid was not detected) + Non -alcoholic drink № 7 (mass concentration of benzoic acid $C = 155 \text{ mg/dm}^3$) 1: 1

Таблица 3.

Результаты определений массовой концентрации бензойной кислоты в образцах продуктов с использованием двух методов определений

Table 3.

Results of determination of mass concentration of benzoic acid in product samples using two determination methods

Образец Sample	Массовая концентрация бензойной кислоты, мг/дм ³ Mass concentration of benzoic acid, mg/dm ³		
	СФМ SM	ВЭЖХ HPLC	Расчетная концентрация Calculated concentration
1	250	253	250
2	200	199	200
3	124	121	125
4	179	188	180
5	180	185	182
6	50	48	52
7	75	73	75

Учитывая, что в технологии производства САП и БАП допускается использование нескольких консервантов: бензойная кислота и ее соли, сорбиновая кислота и ее соли, а разрабатываемая нами методика, позволяет определять как и бензойную кислоту, так и сорбиновую кислоту в напитках, то дальнейшее исследование проводилось в товарных образцах на маркировке которых указано использование сорбиновой и бензойной кислот. При этом совместное присутствие обоих консервантов не мешает определению массовой концентрации сорбиновой кислоты, однако, наблюдается завышение результата по содержанию бензойной кислоты (таблица 4).

Таблица 4.

Результаты определения массовой концентрации сорбиновой и бензойной кислот в образцах безалкогольных напитков* с использованием двух методов определения

Table 4.

Results of determination of the mass concentration of sorbic and benzoic acids in samples of soft drinks* using two methods of determination

Напиток безалкогольный* Non-alcoholic drink*	Массовая концентрация бензойной кислоты, мг/дм ³ Mass concentration of benzoic acid, mg/dm ³		Массовая концентрация сорбиновой кислоты, мг/дм ³ Mass concentration of sorbic acid, mg/dm ³	
	СФМ SM	ВЭЖХ HPLC	СФМ SM	ВЭЖХ HPLC
№1	327	155	246	261
№2	326	152	242	255
№3	337	151	242	251
№4	337	152	240	257
№5	343	152	238	234
№6	300	66	226	218

*на маркировке продуктов указано использование СК и БК | product labeling indicates the use of sorbic acid and benzoic acid

Заключение

Результаты определения массовой концентрации бензойной кислоты спектрофотометрическим методом сопоставимы с результатами определения массовой концентрации бензойной кислоты стандартным методом в случае использования одного консерванта в напитке.

Установлена оптимальная длина волны $\lambda = 226$ нм для определения массовой концентрации БК спектрофотометрическим методом.

Спектрофотометрический метод определения массовой концентрации бензойной кислоты менее затратный способ определения этого консерванта в продукте, чем применяемый в настоящее время метод ВЭЖХ.

Литература

- 1 Технический регламент Таможенного Союза ТС 029/2012. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств.
- 2 Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в индустрии напитков. СПб.: Профессия, 2007. 240 с.
- 3 Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству безалкогольной продукции. М.: Пищепромиздат, 2000. 280 с.
- 4 ГОСТ 30059–93. Напитки безалкогольные. Методы определения аспартама, сахарина, кофеина и бензоата натрия.
- 5 Точилина Р.П., Склепович Т.С. Влияние бензойной кислоты на определение в образцах винодельческой продукции массовой концентрации сорбиновой кислоты спектрофотометрическим методом // Актуальные вопросы индустрии напитков: сборник научных трудов. М.: Книга-Мемуар, 2017. 138 с.
- 6 Методика измерений массовой концентрации сорбиновой кислоты в винодельческой продукции спектрофотометрическим методом. Свидетельство об аттестации № 205-19/РА/RU/311787/2016/2018, регистрационный код методики измерений по федеральному реестру – ФР.1.31.2018.32353.
- 7 Methode OIV-MA-AS313-14A Sorbic acid
- 8 ГОСТ 32001–2012. Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации летучих кислот.
- 9 ГОСТ 28188–2014. Напитки безалкогольные. Общие ТУ.
- 10 ГОСТ Р 52700–2018. Напитки слабоалкогольные. Общие ТУ.
- 11 Duman S., Erbas Z., Soylak M. Ultrasound-assisted magnetic Solid Phase Microextraction of Patent Blue V on magnetic multiwalled carbon nanotubes prior to its spectrophotometric determination // Microchemical Journal. 2020. P. 105468.
- 12 Gorjanović S.Ž. et al. Serbian aromatized wine “Bermet”: Electrochemical, chemiluminescent and spectrophotometric determination of antioxidant activity // Journal of the Serbian Chemical Society. 2019. № 00. P. 139-139.
- 13 Masek A. et al. Antioxidant properties of rose extract (*Rosa villosa* L.) measured using electrochemical and UV/Vis spectrophotometric methods // Int. J. Electrochem. Sci. 2017. V. 12. P. 10994-11005.
- 14 Febriani Y., Ihsan E. A. Determination of Ethanol in a Distillate Sample of *Arenga pinnata* by UV-Visible Spectrophotometry // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2020. V. 1539. № 1. P. 012002.
- 15 Точилина Р.П., Склепович Т.С. Применение спектрофотометрии при определении консервантов в слабоалкогольной и безалкогольной продукции // Актуальные вопросы индустрии напитков. 2019. №. 3. С. 225-228.

References

- 1 Technical regulation of the Customs Union TC 029/2012. Safety requirements for food additives, flavorings and technological aids. (in Russian).
- 2 Sarafanova L.A. Application of food additives in the beverage industry. Saint Petersburg, Professiya, 2007. 240 p. (in Russian).
- 3 Collection of basic rules, technological instructions and regulatory materials for the production of non-alcoholic products. Moscow, Pishchepromizdat, 2000. 280 p. (in Russian).
- 4 State Standard 30059–93. Nonalcoholic drinks. Methods for the determination of aspartame, saccharin, caffeine, and sodium benzoate. Standartiform, 2008. (in Russian).
- 5 Tochilina R.P., Sklepovich T.S. The influence of benzoic acid on the determination of the mass concentration of sorbic acid in the samples of wine products by the spectrophotometric method. Actual problems of the beverage industry: collection of scientific papers. 2017. 138 p. (in Russian).
- 6 Methods for measuring the mass concentration of sorbic acid in wine products by the spectrophotometric method. Certificate of Attestation No. 205-19 / RA / RU / 311787/2016/2018, registration code of the measurement method according to the federal register - FR.1.31.2018.32353.
- 7 Methode OIV-MA-AS313-14A Sorbic acid
- 8 State Standard 32001–2012. Alcoholic beverages and raw materials for their production. Method for determination of mass concentration of volatile acids. Moscow, Standartiform, 2014. (in Russian).
- 9 State Standard 28188–2014. Nonalcoholic drinks. General specifications. Standartiform, 2019. (in Russian).
- 10 State Standard R 52700–2018. Low-alcohol beverages. General specifications. Standartiform, 2018. (in Russian).
- 11 Duman S., Erbas Z., Soylak M. Ultrasound-assisted magnetic Solid Phase Microextraction of Patent Blue V on magnetic multiwalled carbon nanotubes prior to its spectrophotometric determination. Microchemical Journal. 2020. pp. 105468.
- 12 Gorjanović S.Ž. et al. Serbian aromatized wine “Bermet”: Electrochemical, chemiluminescent and spectrophotometric determination of antioxidant activity. Journal of the Serbian Chemical Society. 2019. no. 00. pp. 139-139.
- 13 Masek A. et al. Antioxidant properties of rose extract (*Rosa villosa* L.) measured using electrochemical and UV/Vis spectrophotometric methods. Int. J. Electrochem. Sci. 2017. vol. 12. pp. 10994-11005.
- 14 Febriani Y., Ihsan E. A. Determination of Ethanol in a Distillate Sample of *Arenga pinnata* by UV-Visible Spectrophotometry. Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2020. vol. 1539. no. 1. pp. 012002.
- 15 Tochilina R.P., Sklepovich T.S. The use of spectrophotometry in the determination of preservatives in low-alcohol and non-alcoholic products. Actual issues of the beverage industry. 2019. no. 3. pp. 225-228. (in Russian).

Сведения об авторах

Регина П. Точилина к.т.н., заведующая лабораторией, лаборатория арбитражных анализов и контроля качества винодельческой продукции, ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Россолимо, д.7, г. Москва, 119021, Россия, winexpert@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0838-4195>

Татьяна С. Склепович м.н.с., лаборатория арбитражных анализов и контроля качества винодельческой продукции, ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Россолимо, д.7, г. Москва, 119021, Россия, Tanay1212@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9297-1255>

Максим А. Захаров к.т.н., с.н.с., отдел технологии крепких напитков/лаборатория инструментальных методов анализа, ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Россолимо, д.7, г. Москва, 119021, Россия, mazakhroff@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4569-3088>

Вклад авторов

Регина П. Точилина предложила методику, разработала план проведения эксперимента, организовала испытания, консультация в ходе исследования, корректировала рукопись до подачи ее в редакцию

Татьяна С. Склепович обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Максим А. Захаров проводил сравнительные испытания методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Regina P. Tochilina Cand. Sci. (Engin.), head of laboratory, laboratory for arbitration analyzes and quality control of wine products, All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-alcoholic and Wine-Making Industry - a branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbato "Russian Academy of Sciences, Rossolimo str., 7, Moscow, 119021, Russia, winexpert@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0838-4195>

Tatyana S. Sklepovich junior researcher, laboratory for arbitration analyzes and quality control of wine products, All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-alcoholic and Wine-Making Industry - a branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbato "Russian Academy of Sciences, Rossolimo str., 7, Moscow, 119021, Russia, Tanay1212@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9297-1255>

Maksim A. Zakharov Cand. Sci. (Engin.), senior researcher, department of spirits technology / laboratory of instrumental analysis methods, All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-alcoholic and Wine-Making Industry - a branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbato "Russian Academy of Sciences, Rossolimo str., 7, Moscow, 119021, Russia, mazakhroff@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4569-3088>

Contribution

Regina P. Tochilina she proposed a methodology, developed an experiment plan, organized tests, consulted during the research, and corrected the manuscript before submitting it to the editor.

Tatyana S. Sklepovich review of literature sources on the problem under study, conducted an experiment, performed calculations, wrote a manuscript, corrected it before submitting it to the editor and is responsible for plagiarism

Maksim A. Zakharov conducted comparative tests by high performance liquid chromatography

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 27/07/2020	После редакции 05/08/2020	Принята в печать 14/08/2020
Received 27/07/2020	Accepted in revised 05/08/2020	Accepted 14/08/2020

Интенсификация биотехнологии кваса с применением нетрадиционных видов сырья

Елена А. Коротких	¹	dobruly@bk.ru	 0000-0002-5951-7085
Инна В. Новикова	¹	noviv@list.ru	 0000-0002-2360-5892
Геннадий В. Агафонов	¹	gvagafonov@mail.ru	 0000-0002-2133-5606
Николай В. Коротких	¹	nikolaj.korotkix.99@mail.ru	
Иван Н. Криваносов	¹	krivanosov.ivan51@gmail.com	

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

Аннотация. В производстве напитков незаконченного спиртового и молочнокислого брожения актуально применение нетрадиционных видов сырья, обладающего преимуществами по сравнению с общеизвестными аналогами. Особый интерес при производстве напитков брожения вызывает применение солодового экстракта, приготовленного из тритикалевого солода. Сыворожка и продукты, полученные на ее основе, являются биологически полноценными, обладают диетическими и лечебными свойствами. Для достижения поставленной цели решали задачи: оценить качество и возможность применения тритикалевого солодового экстракта для производства кваса; исследовать возможность применения молочной сыворожки как технологической добавки в производстве кваса на основе тритикалевого солодового экстракта; подобрать комбинацию микроорганизмов для получения комбинированной закваски с наилучшими биотехнологическими свойствами; провести сравнительный анализ продолжительности брожения образцов квасного сула. Наиболее интенсивное снижение содержания сухих веществ отмечали в опытном образце квасного сула, приготовленном на основе солодового тритикалевого экстракта с применением молочной сыворожки и комбинированной закваски из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae* и молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. Thermophilus*. Продолжительность брожения квасного сула в исследуемом образце составила 10 ч, что на 6–8 ч меньше, чем по традиционной технологии. В результате выполнения работы доказана возможность применения тритикалевого солодового экстракта для производства кваса. По основным физико-химическим показателям тритикалевый солодовый экстракт не уступает традиционному сырью. Исследована возможность использования молочной сыворожки в качестве технологической добавки для сбраживания квасного сула на основе тритикалевого солодового экстракта. Подобраны состав квасного сула и комбинация микроорганизмов для получения комбинированной закваски с наилучшими биотехнологическими свойствами. Проведен сравнительный анализ продолжительности брожения образцов квасного сула.

Ключевые слова: квас, тритикалевый солодовый экстракт, молочная сыворожка, молочнокислые бактерии

Intensification of kvas biotechnology using non-traditional raw materials

Elena A. Korotkikh	¹	dobruly@bk.ru	 0000-0002-5951-7085
Inna V. Novikova	¹	noviv@list.ru	 0000-0002-2360-5892
Gennady V. Agafonov	¹	gvagafonov@mail.ru	 0000-0002-2133-5606
Nikolai V. Korotkikh	¹	nikolaj.korotkix.99@mail.ru	
Ivan N. Krivanosov	¹	krivanosov.ivan51@gmail.com	

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

Abstract. In the production of beverages of incomplete alcoholic and lactic acid fermentation, it is important to use non-traditional raw materials that have advantages over well-known analogues. Of particular interest in the production of fermented beverages is the use of malt extract prepared from triticale malt. Serum and products derived from it are biologically complete, have dietary and medicinal properties. To achieve this goal accomplished objectives: to assess the quality and applicability of triticale malt extract for kvass production; explore the possibility of using whey as a processing aid in the production of kvass on the basis of triticale malt extract; to choose a combination of microorganisms to obtain a mixed leaven with the best biotechnological properties; conduct a comparative analysis of the duration of fermentation samples of kvas wort. The most intensive decrease in the dry matter content was observed in the experimental sample of leavened wort prepared on the basis of malt triticale extract with the use of whey and combined sourdough from dry baking yeast of the brand "SAF-Moment" of the species *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. Thermophilus*. The duration of fermentation of leavened wort in the test sample was 10 hours, which is 6–8 hours less than the traditional technology. As a result of this work, the possibility of using triticale malt extract for the production of kvass was proved. According to the main physical and chemical parameters, triticale malt extract is not inferior to traditional raw materials. The possibility of using whey as a technological additive for fermentation of leavened wort based on triticale malt extract is investigated. The composition of leavened wort and a combination of microorganisms were selected to produce a combined starter culture with the best biotechnological properties. A comparative analysis of the duration of fermentation of samples of leavened wort is carried out.

Keywords: kvas, triticale malt extract, milk whey, lactic acid bacteria

Для цитирования

Коротких Е.А., Новикова И.В., Агафонов Г.В., Коротких Н.В., Криваносов И.Н. Интенсификация биотехнологии кваса с применением нетрадиционных видов сырья // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 123–130. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-123-130

For citation

Korotkikh E.A., Novikova I.V., Agafonov G.V., Korotkikh N.V., Krivanosov I.N. Intensification of kvas biotechnology using non-traditional raw materials. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 123–130. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-123-130

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

В соответствии со Стратегией повышения качества пищевой продукции в России до 2030 года, утвержденной правительством РФ от 29.06.2016 г. перспективна разработка продуктов нового поколения «с заданными характеристиками», что определяет необходимость применения в технологии новых источников сырья, которые будут обеспечивать качество и конкурентоспособность усовершенствованного продукта. В связи с этим в производстве продуктов питания актуально применение нетрадиционных видов сырья, в том числе вторичного, обладающего преимуществами по сравнению с общеизвестными аналогами.

Особую нишу на рынке пищевых продуктов занимает напиток незаконченного спиртового и молочнокислого брожения – квас. При производстве кваса решающую роль играет видовой состав микроорганизмов, которые представляют собой саморегулирующиеся системы и находятся в условиях зависимости от среды обитания, функционируют как единое целое во внешней среде. На сегодняшний день ассортимент кваса на рынке представлен напитками, приготовленными по классической технологии, в которой применяют молочнокислые бактерии 11 и 13 рас, квасные дрожжи *Saccharomyces minor* расы М: микроорганизмы являются факультативными анаэробами, сбраживают углеводы сусла – глюкозу, сахарозу, мальтозу, раффинозу.

Традиционно квасное сусло получают на основе концентрата квасного сусла (ККС), концентрат производят способом затирания дробленого ферментированного ржаного и ячменного солодов, ржаной и кукурузной муки и других зернопродуктов с водой. Состав квасного сусла не оптимизирован с точки зрения наличия питательных компонентов для успешного размножения микроорганизмов комбинированных заквасок, поэтому в процессе сбраживания наблюдается недостаточное накопление биомассы микроорганизмов и кислот. Молочнокислые бактерии сбраживают углеводы с образованием молочной и уксусной кислот, диоксида углерода и этилового спирта, обладают биосинтетической недостаточностью, не способны синтезировать органические формы азота, поэтому нуждаются в присутствии низкомолекулярных азотистых компонентов в сбраживаемой среде [1].

Особый интерес при производстве напитков брожения вызывает применение солодового экстракта, приготовленного из тритикалевого солода [2, 5]. В настоящее время исследований

по применению зерна тритикале в пищевой промышленности не много, поэтому применение данного вида зерна не находит широкого распространения для продовольственных целей. Крахмал тритикале отличается от крахмала пшеницы и ржи невысоким содержанием амилозы (23,7%) [3].

Количество лизина в зерне данного гибрида может служить показателем общего качества белка, дает возможность судить о его высокой питательной ценности. Лизин в тритикале содержится больше на 16–20%, чем в пшенице и ржи. Белки зерна тритикале в своем составе в среднем содержат 5–10% альбуминов, 6–8% глобулинов, 30–36% проламинов и 15–20% глютелинов. Тритикале в своем составе содержит большее количество водорастворимого азота, чем родительские формы зерна.

Чтобы усовершенствовать технологию приготовления кваса, необходимо подобрать такие питательные добавки к суслу, которые дадут возможность улучшить состав квасного сусла в первую очередь для нарастания биомассы молочнокислых бактерий, а также накопления необходимого содержания кислот. Известно, что молочная сыворотка может по праву считаться оптимальной средой для развития различных микроорганизмов. С точки зрения физиологии питания сыворотка считается ценным пищевым продуктом, т. к. в ней содержится приблизительно 50% питательных веществ молока, к которым относятся: растворимые белки, составляющие около 20% молочных белков, молочный сахар, минеральные соли, растворимые в воде витамины [4, 5]. Сыворотка и продукты, полученные на ее основе, являются биологически полноценными, обладают диетическими и лечебными свойствами. Молочная сыворотка содержит большое количество лактозы, поэтому является ценнейшим продуктом питания. Аминокислотный состав сывороточных белков оптимально сбалансирован: в состав белков входят серосодержащие аминокислоты цистеин и метионин, которые создают возможность для регенерации белков печени, гемоглобина, а также белков плазмы крови.

Целью наших исследований являлась интенсификация технологии кваса за счет применения нетрадиционных видов сырья, в том числе микробиологического происхождения, улучшающих состав квасного сусла и биотехнологические свойства микроорганизмов.

Для достижения поставленной цели решали задачи: оценить качество и возможность применения тритикалевого солодового экстракта

для производства кваса; исследовать возможность применения молочной сыворотки как технологической добавки в производстве кваса на основе тритикалевого солодового экстракта; подобрать комбинацию микроорганизмов для получения комбинированной закваски с наилучшими биотехнологическими свойствами; провести сравнительный анализ продолжительности брожения образцов квасного сусла.

Научная новизна заключается в изучении закономерностей сбраживания квасного сусла при замене ККС на тритикалевый солодовый экстракт (ТСЭ), при добавлении молочной сыворотки как технологической добавки к суслу, при использовании комбинированных заквасок на основе молочнокислых бактерий.

Практическая значимость работы заключается в интенсификации биотехнологии кваса на основе ТСЭ с применением молочной сыворотки и комбинированной закваски, состоящей из дрожжей и молочнокислых бактерий.

Материалы и методы

Объектом исследований служили ТСЭ, ККС, молочная сыворотка, квасное сусло.

В квасном сусле контролировали содержание сухих веществ рефрактометрическим методом в соответствии с требованиями ГОСТ 6687.2–90 с помощью рефрактометра ИРФ-454Б2М, кислотность (ГОСТ 6687.4–86). В ТСЭ и ККС оценивали содержание аминного азота медным способом.

Для выполнения исследований применяли молочную пастеризованную сыворотку (ТУ 9229–110–04610209–2002), произведённую на ОАО фирма «МОЛОКО», г. Россось.

Результаты

Провели анализ основных физико-химических показателей ТСЭ и ККС, результаты представлены в таблице 1. Пищевая ценность молочной сыворотки указана в таблице 2.

Таблица 1.
Физико-химические показатели ТСЭ и ККС

Table 1.
Physicochemical indicators of TSE and KKS

Показатель Indicator	Значение Value	
	ТСЭ	ККС
Массовая доля СВ, % Dry matter, %	70,0–72,0	70,0–72,0
Кислотность, к. ед. Acidity	30,0	28,0
Аминный азот, мг% Amino, mg%	280,9	220,0

Таблица 2.
Пищевая ценность молочной сыворотки

Table 2.

Nutritional value of whey

Пищевая ценность, в 100 г продукта Nutritional value per 100 g of product			Энергетическая ценность, в 100 г продукта/кДж Energy value, in 100 g of product / kJ
Белки Protein	Жиры Fats	Углеводы Carbohydrates	
0,8	0,1	4,5	21/87,5

Были приготовлены образцы квасного сусла на основе ККС и ТСЭ, контрольным образцом являлось сусло на основе ККС. Для сбраживания применяли дрожжи торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae*. Сбраживание сусла проводили при температуре 30 °С до снижения массовой доли сухих веществ (СВ) на 1%. Динамика уменьшения СВ и увеличения кислотности при сбраживании опытного и контрольного образцов квасного сусла (рисунки 1, 2).

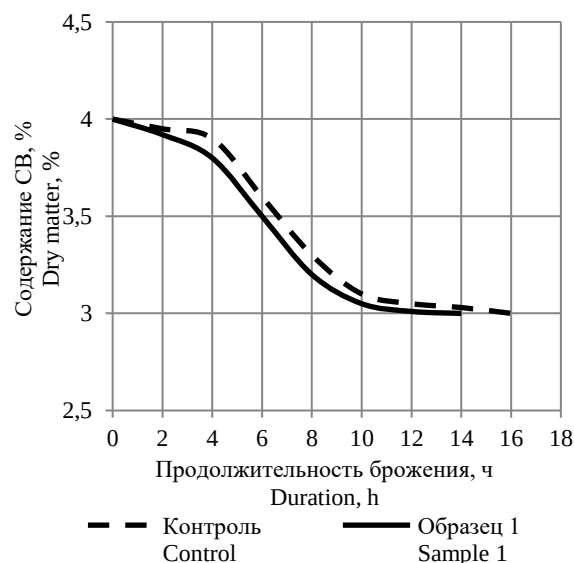


Рисунок 1. Динамика уменьшения СВ при сбраживании опытного и контрольного образцов квасного сусла. Контроль – квасное сусло на основе ККС с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae*; образец № 1 – квасное сусло на основе ТСЭ с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae*

Figure 1. Dynamics of decrease in DM during fermentation of experimental and control samples of kvass wort. Control - kvass wort based on KKS with the use of baker's yeast of the Saf-Moment trademark of the type *Saccharomyces cerevisiae*; sample No. 1 - kvass wort based on TSE with the use of baker's yeast of the Saf-Moment trademark of the type *Saccharomyces cerevisiae*

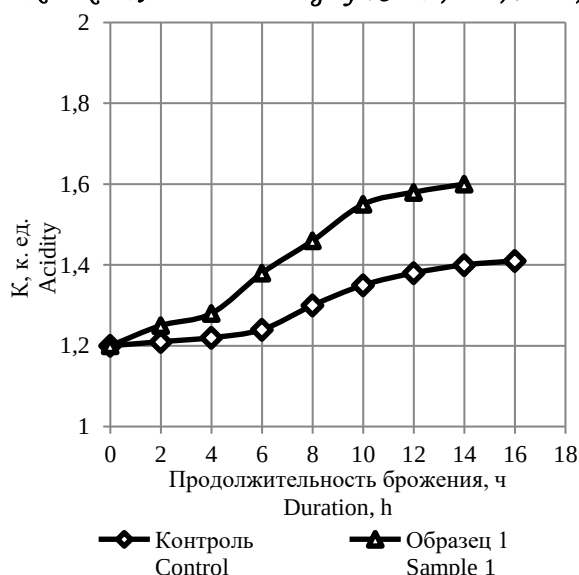


Рисунок 2. Динамика изменения титруемой кислотности в процессе сбраживания квасного сусла. Контроль – квасное сусло на основе ККС с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Sacharomyces cerevisie*; образец № 1 – квасное сусло на основе ТСЭ с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae*

Figure 2. Dynamics of changes in titratable acidity during fermentation of kvass wort. Control - kvass wort on the basis of KKS with the use of baker's yeast of the Saf-Moment trademark of the type *Sacharomyces cerevisie*; sample No. 1 - kvass wort based on TSE with the use of baker's yeast of the Saf-Moment trademark of the type *Saccharomyces cerevisiae*

Более интенсивное снижение содержания СВ и более высокую кислотность отмечали в опытном образце квасного сусла, приготовленном на основе ТСЭ, что можно объяснить более высоким содержанием в ТСЭ аминного азота, который стимулирует перестройку дрожжевых клеток с аэробного на анаэробный метаболизм (таблица 2).

Дальнейшие исследования были направлены на подбор комбинаций микроорганизмов, которые проявляют симбиотические свойства в процессе сбраживания квасного сусла. Использовали хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* и молочнокислые бактерии, которые обычно применяются в молочной промышленности и являются нетрадиционным сырьем при производстве кваса. В состав комбинированных заквасок входили следующие микроорганизмы: *Lactococcus lactis* (*L. lactis*, молочный лактококк). Оптимальная температура для развития данного микроорганизма составляет 25 – 30 °С, максимальная 40 °С, минимальная 10 °С и ниже. При оптимальной температуре активные штаммы молочного лактококка свертывают молоко за 10 – 12 ч, образуя плотный ровный сгусток. *L. lactis* – основной компонент состава микрофлоры кефирного грибка, заквасок для творога,

сметаны, простокваши. Благодаря относительно низкому конечному пределу кислотообразования можно получить продукт со сравнительно невысокой кислотностью. *Lactococcus cremoris* (*L. cremoris*, сливочные лактококки). Морфология и форма колоний такая же, как и у *L. lactis*. Оптимальная температура развития *Lactococcus cremoris* 25–30 °С. максимальная 36 °С, предельная кислотность молока 110–115 °С. При пониженных температурах культивирования (15–20 °С) некоторые штаммы *L. cremoris* образуют значительное количество летучих кислот.

Применяли *Lactococcus cremoris diacetylactis* (*L. diacetylactis*, ароматообразующие лактококки). Клетки расположены чаще всего в виде диплококков и коротких цепочек. На питательных средах образуют колонии: поверхностные, крупные, каплевидные, глубинные – чечевицеобразные. Оптимальная температура развития ароматообразующих лактококков составляет 25–30 °С. *L. diacetylactis* растет при 39–40 °С, при температуре 45 °С рост отсутствует. Штаммы *L. diacetylactis* сбраживают лактозу, соли лимонной кислоты с образованием CO₂, а также и диацетила и ацетона. До сих пор нет единого мнения о том, относятся ли данный микроорганизм к группе гетероферментативных или гомоферментативных бактерий. По способности образовывать значительное количество молочной кислоты они приближаются к *L. lactis*, а по способности образовывать побочные продукты брожения – к гетероферментативным стрептококкам. *Streptococcus thermophilus* (*Str. thermophiles*, термофильные молочнокислые стрептококки). Форма клеток – кокки, часто соединенные в длинные цепочки. На агаре с гидролизованным молоком термофильные молочнокислые стрептококки развиваются медленнее, чем мезофильные, и дают более мелкие колонии – темные, зернистые, иногда локонообразные. Оптимальная температура развития 40–45° С; свертывает молоко при 50° С. Термофильные стрептококки применяют при производстве йогурта, ряженки, варенца. Многие культуры отличаются способностью образовывать вязкие, иногда тягучие сгустки, но встречаются штаммы, образующие колющиеся сгустки.

Для проведения исследования готовили двенадцать образцов кваса, включающие различные по составу закваски. Процесс брожения образцов проводили при стандартных условиях [5]. Продолжительность брожения квасного сусла с использованием различных заквасок представлена на рисунке 3.

Контрольный образец: образец – на основе ККС с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «СафМомент» вида *Saccharomyces cerevisiae*;

Образец № 1 – квасное сусло на основе ТСЭ с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Sacharomyces cerevisiae*;

Образец № 2 – квасное сусло на основе ККС (а) и на основе ТСЭ (б) с применением комбинированной закваски, приготовленной из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Sacharomyces cerevisiae* и молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. thermophilus*;

Образец № 3 – квасное сусло на основе ККС (а) и на основе ТСЭ (б) с применением комбинированной закваски, приготовленной из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Sacharomyces cerevisiae* и молочнокислых бактерий *Str. thermophilus*;

Образец № 4 – квасное сусло на основе ККС (а) и на основе ТСЭ (б) с применением закваски, приготовленной из молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. thermophilus*.

Образец № 5 – квасное сусло на основе ККС (а) и на основе ТСЭ (б) с применением закваски, приготовленной из молочнокислых бактерий *Str. thermophilus*;

Образец № 6 – квасное сусло на основе ККС (а) и на основе ТСЭ (б) с использованием молочной сыворотки и применением комбинированной закваски, приготовленной из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Sacharomyces cerevisiae* и молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. thermophilus*.

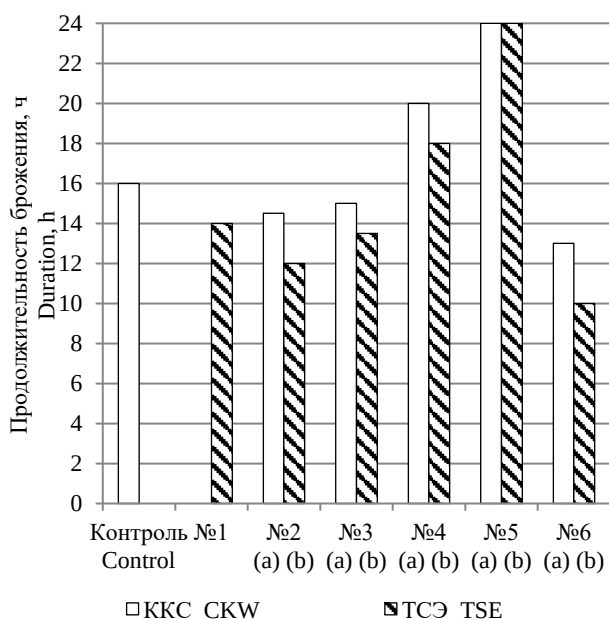


Рисунок 3. Продолжительность брожения квасного сусла с использованием различных заквасок

Figure 3. Duration of fermentation of kvass wort using various starter cultures

Наиболее интенсивное снижение содержания сухих веществ отмечали в опытном образце квасного сусла № 6 «б», приготовленном на основе ТСЭ с применением молочной сыворотки и комбинированной закваски из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Sacharomyces cerevisiae* и молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. Thermophilus*. Продолжительность брожения квасного сусла в образце № 6 «б» составила 10 ч. В опытном образце № 5 брожение так и не было завершено, т. е. уменьшение СВ было меньше чем на 1%, что не соотносится с показателями полупродукта в технологии кваса.

Более интенсивное снижение сухих веществ в исследуемом образце по сравнению с другими объясняется следующими причинами: оптимальной кислотностью среды для дрожжей, создаваемой молочнокислыми бактериями за счёт накопления органических кислот, в том числе, молочной, уксусной, и углекислого газа. Дрожжи, в свою очередь, выделяют в среду аминокислоты, витамины, необходимые бактериям для питания. Данные микроорганизмы проявляют симбиотические свойства.

Анализируя литературные данные, можно сказать, что именно *L. Diacetylactis* усваивают моно- и дисахара, которые преобладают в квасном сусле и тем самым, помимо молочной кислоты, образуют этиловый спирт и диоксид углерода. Следовательно, существует возможность применения микроорганизмов в составе комбинированной закваски при производстве кваса. Использование гомоферментативных молочнокислых бактерий *Str. thermophilus* является нецелесообразным при производстве кваса.

Опытным путем было доказано, что в производстве хлебного кваса можно применять ароматизаторный стрептококк *Streptococcus diacetylactis*, который будет использоваться в качестве возбудителя процесса молочнокислого брожения. При использовании данного микроорганизма получают напиток с нормативными физико-химическими и высокими органолептическими показателями.

Исходя из полученных данных (рисунок 3), можно сказать, что использование молочной сыворотки обеспечивает более быстрое накопление биомассы молочнокислых бактерий и их размножение, т. к. в сыворотке находятся необходимые аминокислоты, витамины и органические кислоты, необходимые для развития бактерий.

Динамика изменения титруемой кислотности в контроле и опытных образцах, приготовленных на основе ТСЭ, представлено на рисунке 4. Контрольный образец: образец – на основе ККС с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «СафМомент» вида *Saccharomyces cerevisiae*;

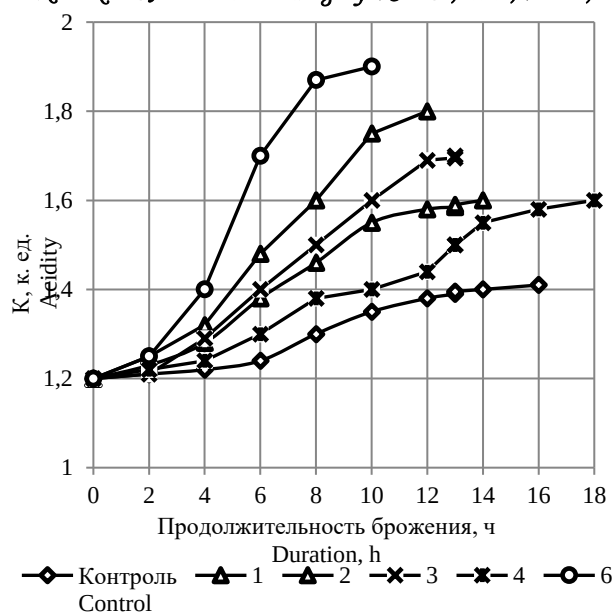


Рисунок 4. Динамика изменения титруемой кислотности в процессе брожения квасного сусла

Figure 4. Dynamics of changes in titratable acidity during fermentation of kvass wort

Образец № 1 – квасное сусло на основе ТСЭ с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae*;

Образец № 2 – квасное сусло на основе ТСЭ с применением комбинированной закваски, приготовленной из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae* и молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. thermophilus*;

Образец № 3 – квасное сусло на основе ТСЭ с применением комбинированной закваски, приготовленной из сухих хлебопекарных дрожжей

торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae* и молочнокислых бактерий *Str. thermophilus*;

Образец № 4 – квасное сусло и на основе ТСЭ с применением закваски, приготовленной из молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. thermophilus*.

Образец № 6 – квасное сусло на основе ТСЭ с использованием молочной сыворотки и применением комбинированной закваски, приготовленной из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae* и молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. thermophilus*.

Закключение

В результате выполнения работы можно сделать следующие выводы: доказана возможность применения тритикалевого солодового экстракта для производства кваса. По основным физико-химическим показателям тритикалевый солодовый экстракт не уступает традиционному сырью. Исследована возможность использование молочной сыворотки в качестве технологической добавки для сбраживания квасного сусла на основе ТСЭ.

Подобраны состав квасного сусла и комбинация микроорганизмов для получения комбинированной закваски с наилучшими биотехнологическими свойствами. Проведен сравнительный анализ продолжительности брожения образцов квасного сусла.

В результате научно-исследовательской работы интенсифицирована биотехнология кваса на основе ТСЭ с применением молочной сыворотки и комбинированной закваски, состоящей из дрожжей и молочнокислых бактерий.

Литература

- 1 Борисенко О.А. Минимальная питательная среда для молочнокислых бактерий // Актуальные вопросы индустрии напитков. 2018. № 2. С. 22–24.
- 2 Пат. № 2595369, RU, C12C 1/18. Способ получения солодового экстракта / Агафонов Г.В., Коротких Е.А., Новикова И.В., Чусова А.Е. Заявл. 03.08.2015; Опубл. 27.08.2016, Бюл. № 24.
- 3 Фахруденова И.Б. и др. Изучение биохимических свойств тритикале // Материалы XIX международной научно-практической конференции. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2018. Ч. 1. С. 175.
- 4 Лукин А.А. Применение молочной сыворотки в технологии продуктов питания // Материалы 67-й научной конференции ЮУрГУ. Челябинск, 2015. С. 523–527.
- 5 Афанасьев В.Н., Шеврина Е.В. Статистическая методология в поиске партнеров продовольственного рынка // Вестник НГУЭУ. 2018. № 1. С. 86–92.
- 6 Amarowicz R. et al. Antioxidant potential of kvasses // Bulgarian Chemical Communications. 2019. V. 51. P. 239–244.
- 7 Kolobaeva A. A. et al. Expanding the assortment of fermented beverages at small enterprises // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2020. V. 422. № 1. P. 012083.
- 8 Gambuś H. et al. Health benefits of kvass manufactured from rye wholemeal bread // Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. 2019. V. 2019. P. 34–39.
- 9 Strąk-Graczyk E. et al. Simultaneous saccharification and fermentation of native rye, wheat and triticale starch // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. V. 99. № 11. P. 4904–4912.
- 10 Makowska A., Waśkiewicz A., Chudy S. Lignans in triticale grain and triticale products // Journal of Cereal Science. 2020. P. 102939.
- 11 Ambriz-Vidal T.N. et al. Potential of Triticale (X Triticosecale Wittmack) Malts for Beer Wort Production // Journal of the American Society of Brewing Chemists. 2019. V. 77. № 4. P. 282–286.

- 12 Cioch-Skoneczny M. et al. Impact of triticale malt application on physiochemical composition and profile of volatile compounds in beer // *European Food Research and Technology*. 2019. V. 245. № 7. P. 1431-1437.
- 13 Byakika S. et al. Potential application of lactic acid starters in the reduction of aflatoxin contamination in fermented sorghum-millet beverages // *International Journal of Food Contamination*. 2019. V. 6. № 1. P. 4.
- 14 Peirotén Á., Gaya P., Landete J.M. Application of recombinant lactic acid bacteria and bifidobacteria able to enrich soy beverage in dihydrodaidzein and dihydrogenistein // *Food Research International*. 2020. P. 109257.
- 15 Llamas-Arriba M.G. et al. Functional and Nutritious Beverages Produced by Lactic Acid Bacteria // *Nutrients in Beverages*. 2019. P. 419-465.
- 16 García C., Rendueles M., Díaz M. Liquid-phase food fermentations with microbial consortia involving lactic acid bacteria: A review // *Food Research International*. 2019. V. 119. P. 207-220.
- 17 Aka S. et al. Characterization of lactic acid bacteria isolated from a traditional Ivoirian beer process to develop starter cultures for safe sorghum-based beverages // *International Journal of Food Microbiology*. 2020. V. 322. P. 108547.
- 18 Sadiq F. A. et al. Lactic Acid Bacteria as Antifungal and Anti-Mycotoxigenic Agents: A Comprehensive Review // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2019. V. 18. № 5. P. 1403-1436.
- 19 Saadat Y.R., Khosroushahi A.Y., Gargari B.P. A comprehensive review of anticancer, immunomodulatory and health beneficial effects of the lactic acid bacteria exopolysaccharides // *Carbohydrate polymers*. 2019. V. 217. P. 79-89.

References

- 1 Borisenko O.A. The minimum nutrient medium for lactic acid bacteria. Actual problems of the beverage industry. 2018. no. 2. pp. 22-24. (in Russian).
- 2 Agafonov G.V., Korotkikh E.A., Novikova I.V., Chusova A.E. Method of obtaining malt extract. Patent RF, no. 2595369, 2016.
- 3 Fakhrudanova I.B. et al. Study of the biochemical properties of triticale. Materials of the XIX international scientific and practical conference. Barnaul, AltSTU Publishing House, 2018. pp. 175. (in Russian).
- 4 Lukin A.A. The use of whey in food technology. Proceedings of the 67th SUSU Scientific Conference. Chelyabinsk, 2015. pp. 523–527. (in Russian).
- 5 Afanasyev V.N., Shevrina E.V. Statistical methodology in the search for food market partners. Bulletin of NSUEM. 2018. no. 1. pp. 86-92. (in Russian).
- 6 Amarowicz R. et al. Antioxidant potential of kvasses. *Bulgarian Chemical Communications*. 2019. vol. 51. pp. 239-244.
- 7 Kolobaeva A.A. et al. Expanding the assortment of fermented beverages at small enterprises. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2020. vol. 422. no. 1. pp. 012083.
- 8 Gambús H. et al. Health benefits of kvass manufactured from rye wholemeal bread. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2019. vol. 2019. pp. 34-39.
- 9 Strak-Graczyk E. et al. Simultaneous saccharification and fermentation of native rye, wheat and triticale starch. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019. vol. 99. no. 11. pp. 4904-4912.
- 10 Makowska A., Waśkiewicz A., Chudy S. Lignans in triticale grain and triticale products. *Journal of Cereal Science*. 2020. pp. 102939.
- 11 Ambriz-Vidal T.N. et al. Potential of Triticale (X Triticosecale Wittmack) Malts for Beer Wort Production. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 2019. vol. 77. no. 4. pp. 282-286.
- 12 Cioch-Skoneczny M. et al. Impact of triticale malt application on physiochemical composition and profile of volatile compounds in beer. *European Food Research and Technology*. 2019. vol. 245. no. 7. pp. 1431-1437.
- 13 Byakika S. et al. Potential application of lactic acid starters in the reduction of aflatoxin contamination in fermented sorghum-millet beverages. *International Journal of Food Contamination*. 2019. vol. 6. no. 1. pp. 4.
- 14 Peirotén Á., Gaya P., Landete J.M. Application of recombinant lactic acid bacteria and bifidobacteria able to enrich soy beverage in dihydrodaidzein and dihydrogenistein. *Food Research International*. 2020. pp. 109257.
- 15 Llamas-Arriba M.G. et al. Functional and Nutritious Beverages Produced by Lactic Acid Bacteria. *Nutrients in Beverages*. 2019. pp. 419-465.
- 16 García C., Rendueles M., Díaz M. Liquid-phase food fermentations with microbial consortia involving lactic acid bacteria: A review. *Food Research International*. 2019. vol. 119. pp. 207-220.
- 17 Aka S. et al. Characterization of lactic acid bacteria isolated from a traditional Ivoirian beer process to develop starter cultures for safe sorghum-based beverages. *International Journal of Food Microbiology*. 2020. vol. 322. pp. 108547.
- 18 Sadiq F.A. et al. Lactic Acid Bacteria as Antifungal and Anti-Mycotoxigenic Agents: A Comprehensive Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2019. vol. 18. no. 5. pp. 1403-1436.
- 19 Saadat Y.R., Khosroushahi A.Y., Gargari B.P. A comprehensive review of anticancer, immunomodulatory and health beneficial effects of the lactic acid bacteria exopolysaccharides. *Carbohydrate polymers*. 2019. vol. 217. pp. 79-89.

Сведения об авторах

Елена А. Коротких к.т.н., ведущий инженер, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, dobruly@bk.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5951-7085>

Information about authors

Elena A. Korotkikh Cand. Sci. (Engin.), lead engineer, technology of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, dobruly@bk.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5951-7085>

Инна В. Новикова д.т.н., профессор, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, noviv@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2360-5892>

Геннадий В. Агафонов д.т.н., профессор, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gvagafonov@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2133-5606>

Николай В. Коротких студент, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nikolaj.korotkikh.99@mail.ru

Иван Н. Криваносов студент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, krivanosov.ivan51@gmail.com

Inna V. Novikova Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, noviv@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2360-5892>

Gennady V. Agafonov Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gvagafonov@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2133-5606>

Nikolai V. Korotkikh student, information and control systems department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nikolaj.korotkikh.99@mail.ru

Ivan N. Krivanosov student, technology of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, krivanosov.ivan51@gmail.com

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 17/08/2020	После редакции 25/08/2020	Принята в печать 03/09/2020
Received 17/08/2020	Accepted in revised 25/08/2020	Accepted 03/09/2020

Оптимизация водно-тепловой обработки ячменного замеса в производстве этанола

Геннадий В. Агафонов	¹	gvagafonov@mail.ru	 0000-0002-2133-5606
Татьяна С. Ковалева	¹	tanyakova2501@gmail.com	 0000-0002-3531-3811
Алексей Н. Яковлев	¹	vip.alex2702@mail.ru	 0000-0002-3246-6628
Александр С. Муравьев	¹	hntun@mail.ru	 0000-0002-5989-0752
Светлана Ф. Яковлева	¹	svetlana.yakovleva.68@mail.ru	 0000-0003-3686-9966

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

Аннотация. Ячмень является проблемным сырьем для переработки в этанол. Это связано с его химическим составом. Высокое содержание β-глюканов и пентозанов повышает вязкость массы и потери перевариваемых углеводов на стадии водно-тепловой обработки. Ферменты, используемые для предварительной обработки зерна перед ферментацией, традиционно являются α-амилазами и глюкоамилазами. Цель работы – определить оптимальное соотношение ферментов, вносимых в различные периоды водно-тепловой обработки. Объектом исследования являлся ячмень: крахмал 52, белок 11,5, гемицеллюлозы 5,1, β-глюкан 3,9, влажность 14,0. Применяли ферментные препараты Alphaferm 3500L (0,5–1,0 AC/г крахмала), ViscoStar 150L (3700 ед. KC/см³; 140 ед.β-ГКС/см³; 1900 ед. КМЦ/см³), Prolyve BS Liquid (600–750 ед. ПС/см³). Исследована динамика изменения вязкости в процессе водно-тепловой обработки. Установлено, что на массовую долю сухих веществ в фильтрате ячменного замеса наибольшее влияние оказывает дозировка ферментного препарата Alphaferm 3500L, меньшее и близкое по значению влияние – дозировка других ферментных препаратов и продолжительность эксперимента. Показано, что применение мультиферментного комплекса снижает вязкость на 82% по сравнению с контролем. Для определения оптимального режима водно-тепловой обработки был использован метод неопределенных множителей Лагранжа. Установлено, что максимальное накопление сухих веществ в смеси составляет 16,4% и достигается через 2,5 часа при следующих дозах ферментных препаратов: Alphaferm 3500 L – 0,6 ед. AC/г крахмала; ViscoStar 150L – 0,025 ед. ГКС/г крахмала; Prolyve BS Liquide 0,25 ед. ПС/г крахмала.

Ключевые слова: ячмень, вязкость, оптимизация, этанол, водно-тепловая обработка

Optimization of water-heat treatment of barley batch (mix) in ethanol production

Gennadiy V. Agafonov	¹	gvagafonov@mail.ru	 0000-0002-2133-5606
Tatyana S. Kovaleva	¹	tanyakova2501@gmail.com	 0000-0002-3531-3811
Aleksey N. Yakovlev	¹	vip.alex2702@mail.ru	 0000-0002-3246-6628
Aleksandr S. Muravev	¹	hntun@mail.ru	 0000-0002-5989-0752
Svetlana F. Yakovleva	¹	svetlana.yakovleva.68@mail.ru	 0000-0003-3686-9966

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

Abstract. Barley is a problematic raw material for ethanol processing due to its chemical composition. β-glucans and pentosans high content increases the mass viscosity and digestible carbohydrates loss at epy water-heat treatment stage. The enzymes used to pre-treat grain prior to fermentation are traditionally α-amylases and glucoamylases. The purpose of the work is to determine the optimal ratio of enzymes introduced in different periods of water-heat treatment. The object of study was barley: starch 52, protein 11.5, hemicellulose 5.1, β-glucan 3.9, moisture 14.0. Enzyme preparations Alphaferm 3500L (0.5–1.0 AC / g starch), ViscoStar 150L (3700 units KS / cm³; 140 units β – GcS / cm³; 1900 units CMC / cm³), Prolyve BS Liquid (600-750 units PS / cm³) were used in the work. The dynamics of viscosity change in the process of water-heat treatment was investigated in the work as well. It was found out that the dosage of the enzyme preparation Alphaferm 3500L has the greatest effect on the mass fraction of dry substances in the filtrate of barley mix, while the dosage of other enzyme preparations and the duration of the experiment have a smaller and similar effect. It was proved that the application of a multienzyme complex reduces the viscosity by 82% compared to the control. The method of indefinite Lagrange multipliers was used to determine the optimal mode of water-heat treatment. It was found out that the maximum accumulation of dry substances in the mixture is 16.4% and is achieved after 2.5 hours with the following doses of enzyme preparations: Alphaferm 3500 L - 0.6 units. AC / g starch; ViscoStar 150L - 0.025 units GCS / g starch; Prolyve BS Liquide 0.25 units PS / g starch.

Keywords: barley, viscosity, optimization, ethanol, water-heat treatment

Для цитирования

Агафонов Г.В., Ковалева Т.С., Яковлев А.Н., Муравьев А.С., Яковлева С.Ф. Оптимизация водно-тепловой обработки ячменного замеса в производстве этанола // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 131–138. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-131-138

For citation

Agafonov G.V., Kovaleva T.S., Yakovlev A.N., Muravev A.S., Yakovleva S.F. Optimization of water-heat treatment of barley batch (mix) in ethanol production. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 131–138. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-131-138

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), ежегодно в мире производится около 141,1 млн тонн ячменя, производство в Европе составляет 63% от общего объема, и России – 8% [1].

Ячмень содержит в среднем 63–65% крахмала, 8–13% белка, 2–3% жира, 1–1,5% растворимых десен, 8–10% гемицеллюлозы, около 2,9% лигнина и 2–2,5% золы [2, 3]. Ячмень также содержит оболочку, которая может быть гидролизована с использованием целлюлозных ферментов. Потенциальные сопутствующие продукты производства этанола из ячменя включают белок, клетчатку, жирные кислоты, токоферолы и токотриенолы [4]. Питательная ценность ячменя, основанная на содержании аминокислот, выше, чем у кукурузы, и не подвергается значительному влиянию процесса ферментации [4]. Ряд нутрицевтиков и функциональных пищевых продуктов, а также амилазы, ингибиторы амилазы, α -амилазы и оксалаат-оксидазы содержатся в зернах ячменя и потенциально доступны для извлечения и коммерческого применения [5–7].

Ферменты, используемые для предварительной обработки зерна перед ферментацией, традиционно являются α -амилазами и глюкоамилазами. Амилаза снижает вязкость суслу [8] и выполняет сжижение в процессе предварительной обработки. Этап сжижения обычно происходит при высоких температурах от 100 до 120 °C [9] с прямым впрыском пара. Действие α -амилазы служит для разрушения α -(1,4)-глюкозидных связей крахмала, образуя более мелкие цепочки декстринов. Во время этапа сахарификации декстрины подвергаются действию глюкоамилазы.

В отличие от пшеницы, ячмень является проблемным сырьем для переработки в спирт. Это связано с его химическим составом. Высокое содержание β -глюканов и пентозанов повышает вязкость массы и потери перевариваемых углеводов на стадии водно-тепловой обработки (ВТО), а значит требует снижения концентрации суслу до 14,5–16,5%, что повышает стоимость конечного продукта [10, 13–15].

Ранее показана положительная динамика в снижении вязкости ячменных замесов при их обработке ферментными комплексами ViscoStar 150L (на 50%), Alphaferm 3500L (на 48%) и Prolyve BS Liquide (на 32%) [11, 12].

В связи с этим целью работы – определить оптимальное соотношение ферментов, вносимых в различные периоды водно-тепловой обработки.

Материалы и методы

В качестве объектов использовали ячмень следующего состава (%): крахмал 52, белок 11,5, гемицеллюлозы 5,1, β -глюкан 3,9, влажность 14,0. Степень шлифования 75–80 и 95–100%.

Во время ВТО использовались ферментные препараты Alphaferm 3500L (0,5–1,0 АС/г крахмала), ViscoStar 150L (3700 ед. КС/см³; 140 ед. β -ГКС/см³; 1900 ед. КМЦ/см³), Prolyve BS Liquid (600–750 ед. ПС/см³).

Активности ферментов определяли по стандартным методикам.

Подготовка замеса осуществлялась путем ВТО измельченного зерна ячменя с водой в соотношении 1:3 при 45–50 °C. В качестве ферментных препаратов использовали AlphaFerm 3500L (0,5–1,0 ед. АС/г крахмала) и Prolyve BS liquid (0,2 ед. ПС/г крахмала).

BrewZyme BGX, Shearzim 500L и ViscoStar 150L были использованы для расщепления некрахмальных полисахаридов в оболочках ячменя. Ферментные препараты вводились в смесь и выдерживались в течение 40 минут при температуре 50 °C с последующим нагревом со скоростью 1,0–1,5 °C/мин до температуры 95 °C. В процессе нагрева значение вязкости устанавливалось для каждого повышения температуры на 5 °C. Для предотвращения подкисления используется формальдегид. Паузы осахаривания проводили от 30 до 120 минут.

Определение вязкости ячменных замесов проводили на ротационном вискозиметре «Реотест-2».

Редуцирующие сахара определяли методом Сомоджи–Нельсона.

Количественное содержание глюкозы определяли глюкозооксидазным методом с применением гексацианоферрата калия (II).

Математическая обработка экспериментальных данных. Применяли метод полного факторного эксперимента 2⁴ и центральное композиционное ротатабельное униформпланирование эксперимента. Для определения оптимального режима ВТО был использован метод множителей Лагранжа. Для оценки адекватности математической модели был проведен дисперсионный анализ в программе Design Expert (Stat-Ease Inc.). Все эксперименты проводили с 3-х кратной повторностью. Таблицы и рисунки представляют данные типичных опытов.

Результаты и обсуждение

Исследована динамика изменения вязкости в процессе ВТО. Кривая изменения вязкости (рисунок 1) с использованием мультиферментативного комплекса имеет S-образную форму,

ее можно разделить на 3 секции. В первой секции (до 20 минут) вязкость существенно не меняется, со скоростью 0,01 Па×с/мин.

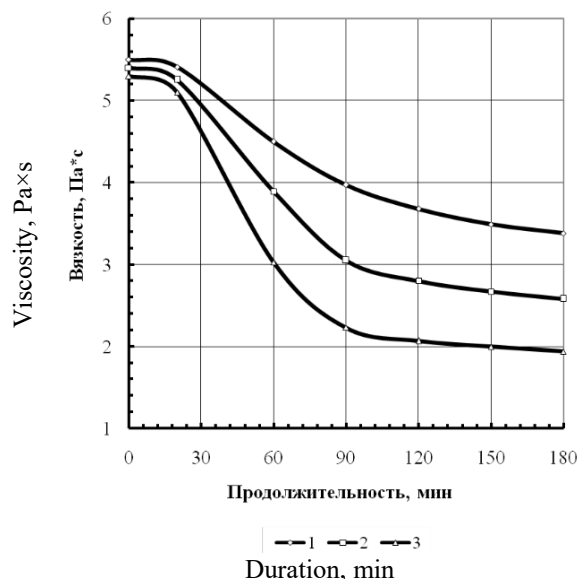


Рисунок 1. Динамика изменения вязкости в процессе ВТО: 1 – Alphaferm 3500L (0,5 ед. АС/г крахмала); 2 – Alphaferm 3500L (1,0 ед. АС/г крахмала); 3 – Alphaferm 3500L (0,5 ед. АС/г крахмала), ViscoStar 150L (0,02 ед. β-ГКС/г крахмала), Prolyve BS Liquide (0,2 ед. ПС/г крахмала)

Figure 1. Dynamics of viscosity change during water and heat treatment: 1 – Alphaferm 3500L (0.5 AA); 2 – Alphaferm 3500L (1.0 AA); Alphaferm 3500L (0.5 AA); 3 – Alphaferm 3500L (0.5 AA), ViscoStar 150L (0.02 Gx), Prolyve BS Liquide (0.2 PA)

При повышении степени гидролиза крахмала, полисахаридов, отличных от крахмала и белков, до низко-молекулярных фракций во второй секции (20–90 мин) вязкость существенно снижается. Здесь наблюдается максимальная скорость процесса – 0,04 Па×с/мин. В 3-ей секции (90–180 мин), достигнув максимума, практически не изменяется, что, вероятно, связано с более полным гидролизом перечисленных выше веществ, вызывающих вязкость смеси.

Применение ферментного комплекса позволяет нагревать смесь до повышенной температуры и поддерживать ее в течение необходимого времени в технологическом режиме. Вязкость массы не увеличивается с охлаждением. Это указывает на то, что крахмал перешел в растворенную форму и не восстанавливается при охлаждении. Такая масса хорошо подготовлена для осахаривания.

В эксперименте использовались следующие контролируемые факторы: X_1 – дозировка ферментного препарата Alphaferm 3500L,

ед. АС/г крахмала; X_2 – дозировка ферментного препарата ViscoStar 150L, см³/кг крахмала; X_3 – дозировка ферментного препарата Prolyve BS Liquide, ед. ПС/г крахмала; X_4 – продолжительность эксперимента, ч.

Диапазоны изменения исследуемых факторов приведены в таблице 1. Критерием оценки влияния различных факторов на качество ячменной смеси является массовая доля СВ в ее фильтрате после ВТО.

Математическая модель изучаемого процесса представляется в виде полинома второй степени:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2 + \sum_{i \leq j}^n b_{ij} x_i x_j, \quad (1)$$

Для оценки адекватности математической модели с помощью ПО Design Expert (Stat-EaseInc.) был проведен дисперсионный анализ (ANOVA) эксперимента и получено следующее уравнение регрессии:

$$y_1 = 15,12 + 0,41x_1 + 0,17x_2 + 0,16x_3 + 0,18x_4 + 0,06x_1x_2 + 0,01x_1x_3 - 0,03x_1x_4 + 0,04x_2x_3 - 0,02x_2x_4 + 0,05x_3x_4 - 0,01x_1^2 - 0,07x_2^2 - 0,05x_3^2 - 0,07x_4^2 \quad (2)$$

Таблица 1.

Изменение исследуемых факторов

Table 1.

Varying of factors

Условия планирования Conditions	Пределы изменения исследуемых факторов Limits of factors			
	x_1 , ед., АС/г крахмала	x_2 , ед. ГКС/г крахмала	x_3 , ед. ПС/г крахмала	x_4 , ч
Основной уровень Basic level	0,5	0,02	0,20	2,0
Верхний уровень Upper level	0,6	0,025	0,25	2,5
Нижний уровень Lower level	0,4	0,015	0,15	1,5
Верхняя звездная точка Upper stellar point	0,7	0,03	0,30	3,0
Нижняя звездная точка Lower stellar point	0,3	0,01	0,10	1,0

Из уравнения (2) видно, что на массовую долю сухих веществ в фильтрате ячменного замеса наибольшее влияние оказывает дозировка ферментного препарата Alphaferm 3500L, меньшее и близкое по значению влияние – дозировка других ФП и продолжительность эксперимента. Знак плюс перед коэффициентом X указывает на то, что значение выходного параметра Y увеличивается с увеличением значения X , а знак минус уменьшается с уменьшением значения параметра. Графическое представление этой зависимости представлено на рисунке 2.

Графическая интерпретация уравнения (2) представлена кривыми равных значений для входных параметров в диапазоне $[-2 +2]$. Эти графики несут значение номограмм и имеют практическое значение. Зная значение параметров, можно спрогнозировать процесс водо-тепловой обработки сырья.

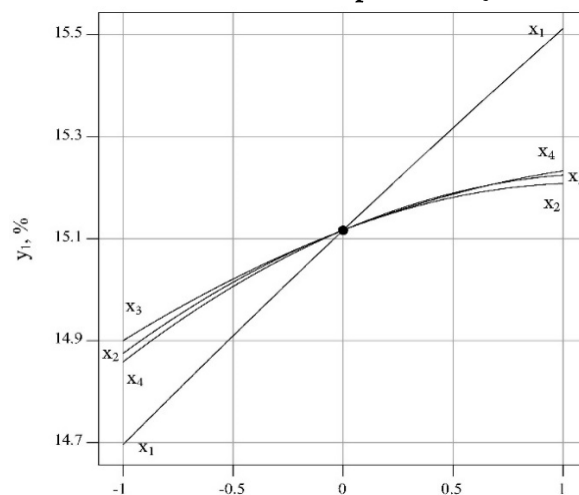


Рисунок 2. Влияние входных параметров X_i на массовую долю сухих веществ в фильтрате ячменного замеса

Figure 2. Effect of input parameters on mass fraction of dry matter in barley filtrate

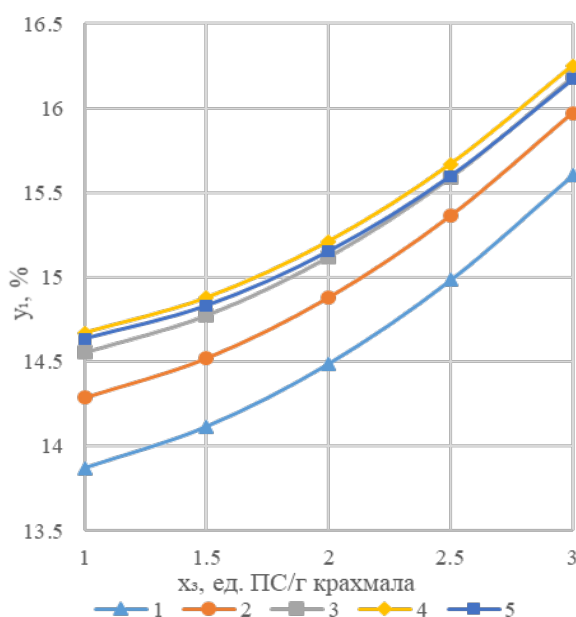


Рисунок 3. Зависимость массовой доли сухих веществ в фильтрате ячменного замеса от дозировки ферментного препарата Proluve BS Liquide, ед. ПС/г крахмала при продолжительности эксперимента, ч : 1–1; 2 – 1,5; 3 – 2; 4 – 2,5; 5 – 3

Figure 3. Dependence of the mass fraction of dry matter in the filtrate of barley mixture on the dosage of Proluve BS Liquide, on the amount of dry matter in the barley mixture. PS/g starch at experiment duration, h: 1 – 1; 2 – 1,5; 3 – 2; 4 – 2,5; 5 – 3

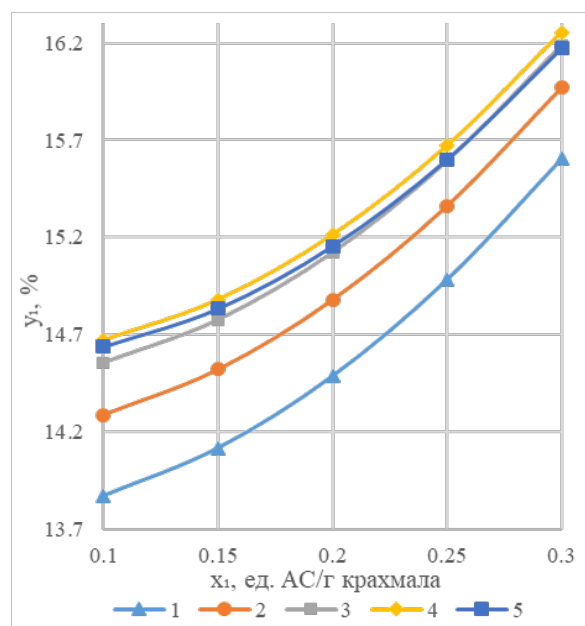


Рисунок 4. Зависимость массовой доли сухих веществ в фильтрате ячменного замеса от дозировки ФП Alphaferm 3500L, ед. АС/г крахмала при дозировке ФП ViscoStar 150L, ед. ГкС/г : 1–0,1; 2 – 0,15; 3 – 0,2; 4 – 0,25; 5 – 0,3

Figure 4. Dependence of the mass fraction of dry matter in the filtrate of barley mixture on the dosage of Alphaferm 3500L, at a dosage of ViscoStar 150L, unit. Gx/g : 1 – 0,1; 2 – 0,15; 3 – 0,2; 4 – 0,25; 5 – 0,3

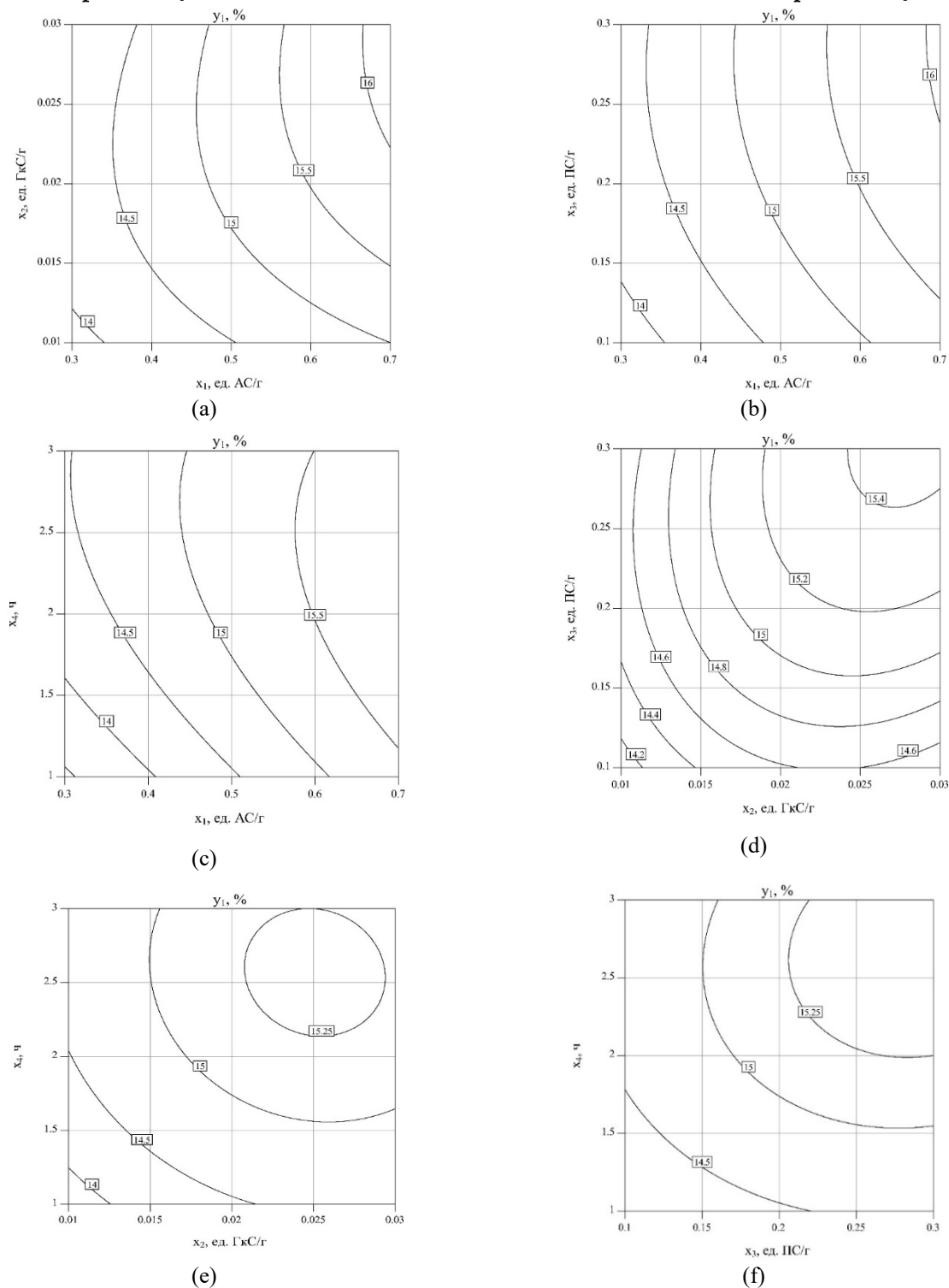


Рисунок 5. Кривые равных значений зависимости массовой доли сухих веществ в фильтрате ячменного замеса от (а) дозировки ФП Alphaferm 3500L, ед. AC/г крахмала и ФП ViscoStar 150L, ед. ГКС/г крахмала; (б) дозировки ФП Alphaferm 3500L, ед. AC/г крахмала и ФП Prolyve BS Liquide, ед. ПС/г крахмала; (с) дозировки ФП Alphaferm 3500L, ед. AC/г крахмала и продолжительности эксперимента, ч; (д) дозировки ФП ViscoStar 150L, ед. ГКС/г крахмала и ФП Prolyve BS Liquide, ед. ПС/г крахмала; (е) дозировки ФП ViscoStar 150L, ед. ГКС/г крахмала и продолжительности эксперимента, ч; (ф) дозировки ФП Prolyve BS Liquide, ед. ПС/г крахмала и продолжительности эксперимента, ч

Figure 5. Curves of equal values of the dependence of the mass fraction of dry substances in the filtrate of barley mixture on (a) dosage of FP Alphaferm 3500L, units. AC / g starch and FP ViscoStar 150L, units GCS / g starch; (b) dosage of FP Alphaferm 3500L, units. AC / g starch and FP Prolyve BS Liquide, unit PS / g starch; (c) dosages of FP Alphaferm 3500L, units. AC / g starch and duration of the experiment, h; (d) dosage of FP ViscoStar 150L, units. GCS / g starch and FP Prolyve BS Liquide, units PS / g starch; (e) dosage of FP ViscoStar 150L, units. GCS / g starch and duration of the experiment, h; (f) dosage of FP Prolyve BS Liquide, units. PS / g starch and duration of the experiment, h

Предложены численные и графические методы оптимизации для прогнозирования оптимального уровня исходных факторов и получения максимального значения массовой доли сухого вещества в фильтрате. Общее математическое изложение задачи оптимизации представлено в виде следующей модели:

$$y_1(x_1 \dots x_j) \rightarrow \max.$$

Для решения оптимизационной задачи определено значение функции желательности ($D \rightarrow 1,0$) для поиска диапазонов оптимальных значений входных параметров, получено более 15 решений, приведем первые 5:

Таблица 2.
Решения задачи оптимизации

Table 2.
Solutions of optimization task

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	y ₁	D
0,600	0,025	0,250	2,487	15,9	0,947
0,592	0,021	0,259	1,977	15,4	0,921
0,620	0,028	0,252	1,599	15,2	0,854
0,579	0,023	0,260	3,093	15,1	0,899
0,596	0,027	0,251	3,011	14,9	0,895

Из таблицы определим оптимальные интервалы X для получения максимального значения массовой доли сухого вещества в фильтрате ячменного замеса: $x_1 = 0,596-0,60$ ед. АС/г крахмала; $x_2 = 0,021-0,028$ ед. ГкС/г крахмала; $x_3 = 0,25-0,26$ ед. ПС/г крахмала; $x_4 = 1,6-3,1$ ч.

Окончательно принимаем следующее значение выходного параметра $y = 15,9\%$ ($D = 0,947$), при соответствующих входных: $x_1 = 0,6$ ед. АС/г крахмала; $x_2 = 0,025$ ед. ГкС/г крахмала; $x_3 = 0,25$ ед. ПС/г крахмала; $x_4 = 2,5$ ч.

Параллельно был проведен ряд экспериментов для проверки правильности выбора оптимальных условий ВТО. Сравнение результатов моделирования и эксперимента показало достаточную конвергенцию результатов. Все полученные

данные находились в пределах расчетных доверительных интервалов параметров оптимизации. Среднеквадратическая погрешность не превышала 4,71%.

При полученных оптимальных условиях осуществлялся процесс ВТО. По окончании процесса были отобраны и проанализированы пробы. Результаты обобщены в таблице 3.

Таблица 3.
Свойства замеса после ВТО

Table 3.
Properties of barley mix

Показатель Indicator	Контроль Control	Опыт Exp
Массовая доля СВ, %. Dry matter, %	14,6	16,4
Содержание ред. в-в, г/100 см ³ Contents of reductants	6,5	9,1
pH	6,2	6,1
Кислотность, град Acidity, deg	0,15	0,28
Вязкость, Па×с Viscosity, Pa×s	3,2	2,2

Заключение

Установлено, что применение мультиферментного комплекса снижает вязкость на 82% по сравнению с контролем.

Получено уравнение регрессии 2-го порядка, адекватно описывающее процесс механической и ферментативной обработки замеса, подтверждающее выбранные оптимальные условия.

Для определения оптимального режима ВТО был использован метод неопределенных множителей Лагранжа. Установлено, что максимальное накопление сухих веществ в смеси составляет 16,4% и достигается через 2,5 часа при следующих дозах ферментных препаратов: Alphaferm 3500 L – 0,6 ед. АС/г крахмала; ViscoStar 150L – 0,025 ед. ГкС/г крахмала; Prolyve BS Liquide 0,25 ед. ПС/г крахмала.

Литература

- 1 Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO). URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- 2 Kim S., Dale B. E. Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues // *Biomass Bioenerg.* 2004. V. 26. P. 361–375.
- 3 Наумкин Д. В., Сидоренко В. С. Определение химического состава биомассы у сортов ярового ячменя // *Фундаментальные основы управления продукционным процессом для повышения экономической и энергетической эффективности АПК.* 2019. С. 83-85.
- 4 Weiss W.P., Erikson D.O., Erikson M., Fisher G.R. Barley distillers grains as a protein supplement for dairy cows // *J. Dairy Sci.* 1989. V. 72. P. 980–987.
- 5 Otles S., Cagindi O. Cereal-based functional foods and nutraceuticals // *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 2006. V. 5. P. 107–112.
- 6 Georg-Kraemer J.E., Mundstock E.C., Cavalli-Molina S. Developmental expression of amylases during barley malting // *J. Cereal Sci.* 2001. V. 33. P. 279–288.
- 7 Thomas K.C., Ingledew W.M. Relationship of low lysine and high arginine concentrations to efficient ethanolic fermentation of wheat mash // *Can. J. Microbiol.* 1992. V. 38. P. 626–634.

- 8 Park J.T., Rollings J.E. Effects of substrate branching characteristics on kinetics of enzymatic depolymerization of mixed linear and branch polysaccharides. I. Amylose/amylopectin-amyolysis // *Biotechnol. Bioeng.* 1994. V. 44. P. 792–800.
- 9 Wang P., Singh V., Xue H., Johnston D.B. et al. Comparison of raw starch hydrolyzing enzyme with conventional liquefaction and saccharification enzymes in dry-grind corn processing // *Cereal Chem.* 2007. V. 84. P. 10–14.
- 10 Яковлев А.Н. и др. Применение мультитензимного комплекса при получении этилового спирта из проблемного сырья // Вестник ВГУИТ. 2012. № 3. С. 148-152.
- 11 Яковлев А.Н. и др. Влияние мультитензимной композиции на процесс брожения ржаного сусла // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2013. № 3. С. 26-28.
- 12 Толгурова А.А., Хоконова М.Б. Научно-технологические аспекты ресурсосберегающей технологии в спиртовом производстве // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность. 2018. С. 170-174.
- 13 Зуева Н.В. и др. Выбор ферментных препаратов и температурно-временных режимов водно-тепловой и ферментативной обработки при разработке комплексной технологии переработки зернового сырья // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. №. 1 (79).
- 14 Полонский В.И. и др. Оценка содержания антиоксидантов в зерне ячменя и овса на основе его физических показателей // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2016. № 8.
- 15 Jeon H. et al. Improvement of the Bioethanol Productivity from Debranned Barley // *Transactions of the Korean hydrogen and new energy society.* 2018. V. 29. №. 6. P. 648-653.

References

- 1 Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO). Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- 2 Kim S., Dale B.E. Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass Bioenerg.* 2004. vol. 26. pp. 361–375.
- 3 Naumkin D.V., Sidorenko V.S. Determination of the chemical composition of biomass in spring barley varieties. Fundamental principles of production process management to improve the economic and energy efficiency of the agro-industrial complex. 2019. pp. 83-85. (in Russian).
- 4 Weiss W.P., Erikson D.O., Erikson M., Fisher G.R. Barley distillers grains as a protein supplement for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1989. vol. 72. pp. 980–987.
- 5 Otles S., Cagindi O. Cereal-based functional foods and nutraceuticals. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 2006. vol. 5. pp. 107–112.
- 6 Georg-Kraemer J.E., Mundstock E.C., Cavalli-Molina S. Developmental expression of amylases during barley malting. *J. Cereal Sci.* 2001. vol. 33. pp. 279–288.
- 7 Thomas K.C., Ingledew W.M. Relationship of low lysine and high arginine concentrations to efficient ethanolic fermentation of wheat mash. *Can. J. Microbiol.* 1992. vol. 38. pp. 626–634.
- 8 Park J.T., Rollings J.E. Effects of substrate branching characteristics on kinetics of enzymatic depolymerization of mixed linear and branch polysaccharides. I. Amylose/amylopectin-amyolysis. *Biotechnol. Bioeng.* 1994. vol. 44. pp. 792–800.
- 9 Wang P., Singh V., Xue H., Johnston D.B. et al. Comparison of raw starch hydrolyzing enzyme with conventional liquefaction and saccharification enzymes in dry-grind corn processing. *Cereal Chem.* 2007. vol. 84. pp. 10–14.
- 10 Yakovlev A.N. et al. The use of a multi-enzyme complex in the production of ethyl alcohol from problematic raw materials. *Proceedings of VSUET.* 2012. no. 3. pp. 148-152. (in Russian).
- 11 Yakovlev A.N. et al. Influence of multi-enzyme composition on the fermentation process of rye wort. Production of alcohol and alcoholic beverages. 2013. no. 3. pp. 26-28. (in Russian).
- 12 Tolgurova A.A., Khokonova M.B. Scientific and technological aspects of resource-saving technology in alcohol production. *Agricultural land use and food security.* 2018. pp. 170-174. (in Russian).
- 13 Zueva N.V. et al. Selection of enzyme preparations and temperature-time modes of water-heat and enzymatic treatment in the development of a comprehensive technology for processing grain raw materials. *Proceedings of VSUET.* 2019. vol. 81. no. 1 (79). (in Russian).
- 14 Polonsky V.I. et al. Evaluation of the content of antioxidants in barley and oats based on its physical parameters. *Bulletin of the Krasnoyarsk state agrarian University.* 2016. no. 8. (in Russian).
- 15 Jeon H. et al. Improvement of the Bioethanol Productivity from Debranned Barley. *Transactions of the Korean hydrogen and new energy society.* 2018. vol. 29. no. 6. pp. 648-653.

Сведения об авторах

Геннадий В. Агафонов д.т.н., кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gvagafonov@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2133-5606>

Татьяна С. Ковалева ведущий инженер, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tanyakova2501@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3531-3811>

Information about authors

Gennadiy V. Agafonov Dr. Sci. (Engin.), fermentation and sugar production technologies department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gvagafonov@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2133-5606>

Tatyana S. Kovaleva lead engineer, biochemical department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tanyakova2501@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3531-3811>

Алексей Н. Яковлев к.т.н., кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vip.alex2702@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3246-6628>

Александр С. Муравьев к.т.н., отдел СМ, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, hntrun@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5989-0752>

Светлана Ф. Яковлева к.т.н., кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, svetlana.yakovleva.68@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3686-9966>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Aleksey N. Yakovlev Cand. Sci. (Engin.), fermentation and sugar production technologies department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, vip.alex2702@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3246-6628>

Aleksandr S. Muravev Cand. Sci. (Engin.), SM department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, hntrun@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5989-0752>

Svetlana F. Yakovleva Cand. Sci. (Engin.), biochemical department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, svetlana.yakovleva.68@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3686-9966>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 10/08/2020	После редакции 20/08/2020	Принята в печать 31/08/2020
Received 10/08/2020	Accepted in revised 20/08/2020	Accepted 31/08/2020

Полуфабрикат из *Daucus carota* L. в производстве кондитерских изделий

Жанна А. Кох	1	jannetta-83@mail.ru	 0000-0003-4016-7596
Денис А. Кох	1	dekoch@mail.ru	 0000-0002-3047-1386
Елена Н. Непомнящих	1	pikuleva.87@mail.ru	 0000-0002-1736-3321

1 Красноярский государственный аграрный университет, пр. Мира 90, Красноярск, 660049, Россия

Аннотация. Исследования посвящены способу получения концентрированного морковного сока с целью внесения в рецептуры леденцовой карамели, с использованием нетрадиционного сырья и источника красителя натурального происхождения. В настоящее время растет потребительский спрос на натуральные красители, которые можно получить из овощных соков. Морковный сок особенно богат каротиноидами. Производство морковного сока в коммерческих целях включает термическую стерилизацию и снижение его pH, поскольку его естественный pH составляет приблизительно 6,0, что подвергает продукт высокому риску бактериального загрязнения. Обработка под давлением является новой нетепловой технологией, используемой для пастеризации пищевых продуктов, и было научно доказано, что она производит микробиологически безопасные и стабильные продукты с улучшенным качеством. Было обнаружено, что процесс концентрирования (0,08 МПа / 45,4 °C / 40 мин) значительно увеличивает количество β -каротина (50%). по сравнению со свежесжатым морковным соком. Полученный концентрат морковного сока в значительном количестве содержит сухие вещества по рефрактометру 75,8%, β -каротин 6558 мкг/100 г, а также отмечено незначительное увеличение титруемой кислотности в два раза. Разработаны рецептуры леденцовой карамели с внесением концентрата морковного сока в количестве 25, 50 и 75 % от массы воды с исключением красителя входящего в рецептуру контрольного образца. Полученные результаты исследований показали, что леденцовая карамель с внесением концентрата морковного сока соответствует физико-химическим показателям в соответствии с требованиями ГОСТ, но отличающейся по дегустационной оценке образцов карамели.

Ключевые слова: *Daucus carota* L., морковный сок, концентрат, краситель, полуфабрикат, карамель.

Semi-finished product from *Daucus carota* L. in the manufacture of confectionery

Zhanna A. Koch	1	jannetta-83@mail.ru	 0000-0003-4016-7596
Denis A. Koch	1	dekoch@mail.ru	 0000-0002-3047-1386
Elena N. Nepomnyashchikh	1	pikuleva.87@mail.ru	 0000-0002-1736-3321

1 Krasnoyarsk State Agrarian University, 90, Mira Avenue, Krasnoyarsk City, 660049, Russia

Abstract. Studies are devoted to a method for producing concentrated carrot juice with the aim of introducing candy caramel into the formulations using unconventional raw materials and a source of dye of natural origin. Currently, consumer demand for natural dyes that can be obtained from vegetable juices is growing. Carrot juice is especially rich in carotenoids. The production of carrot juice for commercial purposes involves thermal sterilization and lowering its pH, since its natural pH is approximately 6.0, which exposes the product to a high risk of bacterial contamination. Pressure processing is a new non-thermal technology used to pasteurize food products, and it has been scientifically proven to produce microbiologically safe and stable products with improved quality. It was found that the concentration process (0.08 MPa/45.4°C/40min) significantly increases the amount of β -carotene (50%). compared to freshly squeezed carrot juice. The resulting carrot juice concentrate in a significant amount contains solids on a refractometer of 75.8%, β -carotene 6558 μ g / 100 g, and also a slight increase in titratable acidity was noted twice. Formulations of candy caramel with the addition of carrot juice concentrate in the amount of 25, 50 and 75% by weight of water with the exception of the dye included in the control sample were developed. The obtained research results showed that candy caramel with the addition of carrot juice concentrate corresponds to physicochemical parameters in accordance with the requirements of GOST, but differs in tasting evaluation of caramel samples.

Keywords: *Daucus carota* L., carrot juice, concentrate, dye, semi-finished product, caramel

Введение

Многие современные обработанные пищевые продукты, такие как газированные напитки и конфеты, сами по себе практически бесцветны. Здесь цвет в основном добавляется для привлекательности продукта и для создания связи с ароматом продукта.

«Пищевые красители», определяемые как пищевые продукты с красящими свойствами, используются в пищевой промышленности более 40 лет. Идея заключается в том, чтобы просто придать цвет пище. «Красящие продукты» специально разработаны и разработаны для того, чтобы легко добиться естественного

Для цитирования

Кох Ж.А., Кох Д.А., Непомнящих Е.Н. Полуфабрикат из *Daucus carota* L. в производстве кондитерских изделий // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 139–144. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-139-144

For citation

Koch Zh.A., Koch D.A., Nepomnyashchikh E.N. Semi-finished product from *Daucus carota* L. in the manufacture of confectionery. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 139–144. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-139-144

окрашивания со стандартизованной интенсивностью цвета и оттенком цвета. Качество любой обработанной пищи зависит от качества используемого сырья. Поэтому для производства «красителей» следует рассматривать только фрукты, овощи и съедобные растения с высоким содержанием пигментов. Производство «красящих пищевых продуктов» обычно включает в себя этапы физической обработки, такие как мытье, измельчение, прессование, фильтрация, сепарация, концентрирование и пастеризация, при этом вода используется в качестве предпочтительной среды для обработки. С помощью этих физико-механических процедур принципы окрашивания не извлекаются из пищевого сырья избирательно. Как правило, «красящие пищевые продукты» для промышленных целей представляют собой вязкие концентраты или порошки с интенсивной окраской, стандартизованные с учетом интенсивности цвета и оттенка цвета посредством сочетания различных типов «красящих пищевых продуктов» или путем добавления бесцветных пищевых продуктов, таких как концентраты сахара или соков. Аромат характерен для перерабатываемого сырья. Из-за относительно высокого содержания пигмента будет достаточно низкой дозировки в конечном продукте, что позволит избежать нежелательного вкусового воздействия и потенциального нарушения желаемого профиля вкуса конечного продукта. Концентраты из фруктов или овощей ведут себя по-разному, в зависимости от выбора сырья. Мало того, что красящие вещества в съедобных растениях безопасны, они также относятся к классу пищевых фитохимических веществ, к которым относится значительная доля потенциальной пользы для здоровья фруктов и овощей [1–6].

Морковь (*Daucus carota* L.) – это культура семейства зонтичные *Apiaceae* (ранее *Umbelliferae*), имеет чаще всего однотонные корнеплоды с различными типами пигментов в виде каротиноидов и флавоноидов, которые придают антиоксидантные свойства в дополнение к цвету. Морковь является одним из важных корнеплодов, богатых биологически активными соединениями, такими как каротиноиды и пищевые волокна, также содержанием моркови содержит значительное количество других функциональных компонентов, имеющих значительные свойства, способствующие укреплению здоровья. Потребление моркови и продуктов из нее неуклонно растет из-за ее признания в качестве важного источника природных антиоксидантов. Помимо морковных корнеплодов, которые традиционно используются в питании человека,

их них получают обработанные продукты, богатые питательными веществами, такие как сок, концентрат, сухой порошок, консервы и т. д. [3–6].

В настоящее время растет потребительский спрос на натуральные красители, которые можно получить из овощных соков. Морковный сок особенно богат каротиноидами, в частности: β -каротин, α -каротин, γ -каротин и ζ -каротин, ответственные за типичный оранжевый цвет корня моркови [2, 4]. Натуральные красители широко используются для окрашивания различных пищевых продуктов, таких как смеси для кеков, желатины, десерты, заменители мяса, соусы, заправки для салатов, плавленый сыр, закуски, кондитерские изделия, маргарин, заправки для салатов, пасты, выпечка и горчица. Однако ограничением использования натуральных красителей на промышленном уровне является их низкая устойчивость к изменениям pH, нагреванию, освещению и окислителям [9–13].

Морковный сок является одним из самых популярных овощных соков и предпочтительно используется в качестве естественного источника провитамина А в напитках из каротиноидов. Однако необработанный сырой морковный сок имеет ограниченный рыночный потенциал из-за его короткого срока годности и обычно должен употребляться в течение одного-двух дней. Производство морковного сока в коммерческих целях включает термическую стерилизацию и снижение его pH, поскольку его естественный pH составляет приблизительно 6,0, что подвергает продукт высокому риску бактериального загрязнения. Бланширование раствором кислоты используется для предотвращения коагуляции белков в морковном соке и является важным шагом для обработки соков с целью сохранения цвета; инактивировать ферменты и микроорганизмы; удалить захваченный воздух; и сделать протопектин растворимым. Тем не менее, кислотное бланширование и последующая сильная термическая обработка при 105–121°C неизбежно разрушит чувствительные к нагреванию питательные вещества, текстуру, цвет и вкус в соке. Потребительский спрос увеличил потребность в продуктах с более натуральными ароматами и красителями с высоким содержанием нутриентов пищи и сроком хранения, достаточным для их распределения и потребления. Обработка под давлением является новой нетепловой технологией, используемой для пастеризации пищевых продуктов, и было научно доказано, что она производит микробиологически безопасные и стабильные продукты с улучшенным качеством, включая улучшенный вкус и цвет [7, 8, 12, 13].

Цель работы – разработка технологии леденцовой карамели с внесением полученного концентрата морковного сока.

Материалы и методы

Приготовление морковного сока. Корнеплоды моркови были промыты водопроводной водой и очищены. Для тепловой обработки морковь перед экстракцией не бланшировали, а полученный сок доводили до pH 4,0 с помощью лимонной кислоты. Для морковного сока были подобраны следующие условия проведения и результаты полного концентрирования морковного сока и сведены в таблицу 1.

Таблица 1.
Параметры для концентрирования морковного сока на вакуум-ротаторном испарителе

Table 1.
Parameters for concentrating carrot juice on a vacuum-rotary evaporator

Параметры Parameter	Давление, МПа Pressure, MPa		
	0,04	0,06	0,08
Начальный объем морковного сока, мл Initial volume of carrot juice, ml	400		
Начальная температура водяной бани, °C Initial water bath temperature, °C	18		
Частота вращения колбы, об./мин. Speed of rotation of the flask, rpm.	84–90		
Температура испарения в начале периода концентрирования, °C Evaporation temperature at the beginning of the concentration period, °C	59,5	53	43
Длительность полного концентрирования морковного сока, мин Duration of full carrot juice concentration, min	130	110	40
Температура концентрирования морковного сока, °C Temperature of carrot juice concentration, °C	61,5	67	45,4
Объем концентрата морковного сока, мл Volume of carrot juice concentrate, ml	73	65	30

Результаты и обсуждение

Анализ практически полученных результатов приведенных из таблицы 1 позволяет выбрать наиболее подходящие условия для концентрирования морковного сока при пониженной температуре 45,4°C, но повышенном давлении 0,08 МПа, в течение 40 минут. При выбранных параметрах объем концентрата морковного сока составляет порядка 75%.

По сравнению с неконцентрированным морковным соком количество сахаров процесса инверсии в концентрированном морковном соке значительно снизились ($P < 0,05$), что может быть связано с реакцией Майяра, вызванной

процессом концентрирования под вакуумом. Процесс концентрирования (0,08 МПа / 45,4°C/40 мин) значительно увеличивает количество β -каротина (50%) по сравнению со свежесжатым морковным соком. Процесс концентрирования морковного сока под вакуумом может увеличить количество экстрагируемых каротиноидов вследствие денатурации белково-каротиноидных комплексов. Каротиноиды проявляют более быстрое разложение под действием света в морковном соке, и белково-каротиноидные комплексы, могут защищать их [10–13].

В таблицах 2 и 3 представлены рецептура и технология производства леденцовой карамели с внесением концентрата морковного сока.

Таблица 2.
Химический состав сока и концентрата морковного сока

Table 2.
The chemical composition of juice and concentrate carrot juice

Показатель Indicator	Содержание Content	
	концентрат из сока моркови carrot juice concentrate	сок из моркови carrot juice
Сухие вещества по рефрактометру, % Dry matter, %	75,8	18,4
Титруемая кислотность, % Titrate acidity, %	2,31	1,16
Белок, % Protein, %	1,1	1,3
Инертные сахара, % Inert Sugars, %	30,5	45,0
Клетчатка, % Cellular tissue, %	5,24	5,24
Каротиноиды (в пересчете на β -каротин), мкг/100 г. Caratinoids (in terms of β -carotene), $\mu\text{g} / 100 \text{ g}$.	6458	3426
Пектиновые вещества, % Pectin substances, %	0,5	0,3

Из таблицы 2 следует, что концентрат морковного сока в значительном количестве содержит сухие вещества по рефрактометру 75,8%, β -каротин 6558 мкг/100 г., а также отмечено незначительное увеличение титруемой кислотности в два раза. В целом концентрат морковного сока содержит 3–5 раз питательных веществ по сравнению со свежесжатым соком из моркови.

В лаборатории института пищевых производств Красноярского ГАУ кафедры ТХК и МП были получены образцы леденцовой карамели на основе традиционной технологии [14, 15]. На стадии приготовления сахаро-паточного сиропа вводили концентрат морковного сока в количестве 25, 50 и 75% от массы воды.

При внесении в рецептуру концентрата морковного сока в качестве натурального красителя цвет леденцовой карамели отличался, выглядел естественнее, темнее и насыщеннее.

Образцы леденцовой карамели, полученные в ходе экспериментального подбора доли вносимого концентрата представлены на рисунке 1.

Таблица 3.

Рецептура карамели леденцовой, рассчитанная на выход 100 г.

Table 3.

Recipe for candy caramel, designed for a yield of 100 g

Сырье Raw	CB, % Dry matter, %	Расход сырья, г Raw consumption, g							
		Контроль [14] Control		с 25%		с 50%		с 75%	
		натура nature	CB Dry matter	натура nature	CB Dry matter	натура nature	CB Dry matter	натура nature	CB Dry matter
Сахар-песок Granulated sugar	99,85	71,30	71,2	71,30	71,2	71,30	71,2	71,30	71,2
Патока крахмальная Starch syrup	78,00	35,70	27,8	35,70	27,8	35,70	27,8	35,70	27,8
Лимонная кислота Lemon acid	98,00	1,0	0,98	1,0	0,98	1,0	0,98	1,0	0,98
Эссенция Essence	–	0,4	–	0,4	–	0,4	–	0,4	–
Краска пищевая Food paint	–	0,02	–	0,02	–	0,02	–	0,02	–
Концентрат морковного сока Carrot concentrate	70,00	–	–	7,5	5,25	15,0	10,5	22,5	15,75
Итого Total		108,4	100,0	115,92	105,25	123,42	110,48	130,95	115,73
Выход Output	98,50	100,0	98,5	106,94	103,67	113,86	108,82	121,36	114,07

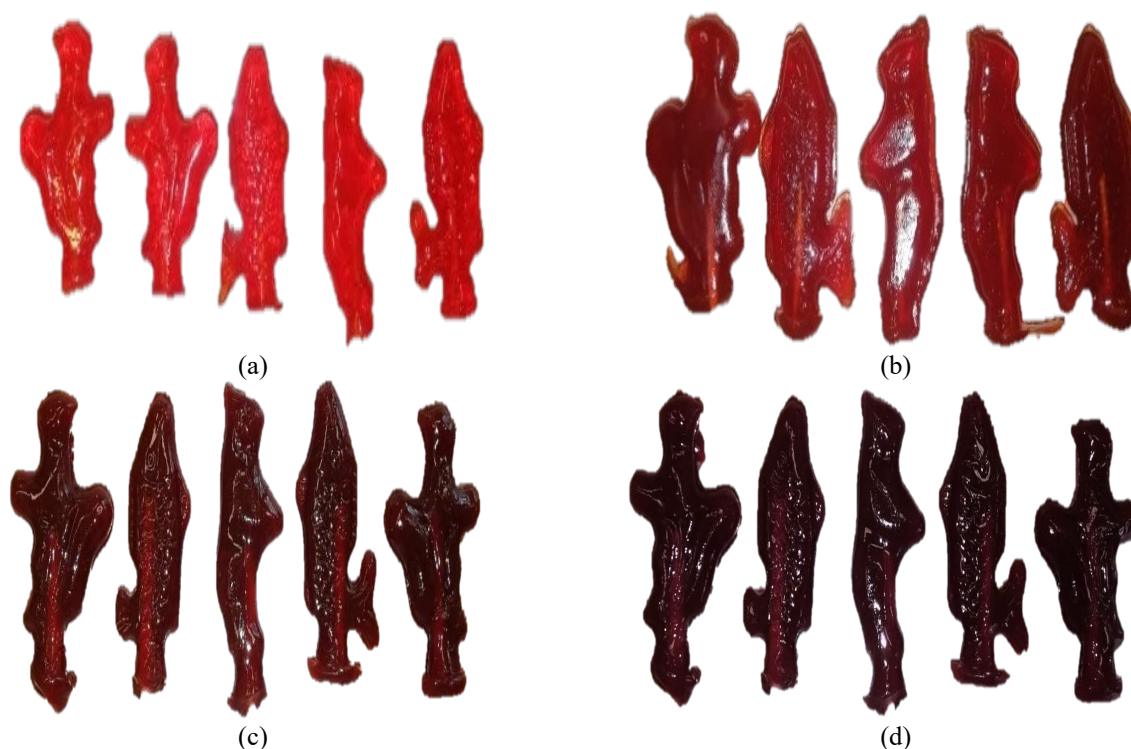


Рисунок 1. Образцы полученной леденцовой карамели: (а) – леденцовая карамель контрольный образец; (б) – леденцовая карамель с 25%; (с) – леденцовая карамель с 50%; (д) – леденцовая карамель с 75%

Figure 1. Samples of the obtained candy caramel: (a) – candy caramel control sample; (b) – candy caramel with 25%; (c) – candy caramel with 50%; (d) – candy caramel with 75%

В таблице 4 приведены физико-химические показатели леденцовой карамели обогатщенной концентратом морковного сока.

Таблица 4.
Показатели качества леденцовой карамели
Table 4.
Candy caramel quality indicators

Показатель Indicator	Норма по ГОСТ 6477-88	Контроль [14] Control [14]	Леденцовая карамель с концентратом морковного сока, % Caramel, %		
			25	50	75
Влажность, %, ≤ Humidity, %, ≤	3,0	2,8	2,4	2,5	2,8
Кислотность подкисляемой карамели, град., ≥ Acidity of acidified caramel, hail, ≥	10,0	10,2	10,1	10,3	10,4
Массовая доля редуцирующих веществ, %, ≤ Mass fraction of reducing substances, %, ≤	23,0	21,9	22,3	22,6	22,8

Из результатов таблицы 4 следует что, дозировка концентрата морковного сока, существенного влияния на физико-химические показатели леденцовой карамели с внесением концентрата морковного сока не оказывает.

Дегустационная оценка качества леденцовой карамели проводилась по балльной шкале. Высшая максимальная оценка – 30 баллов (рисунок 2).

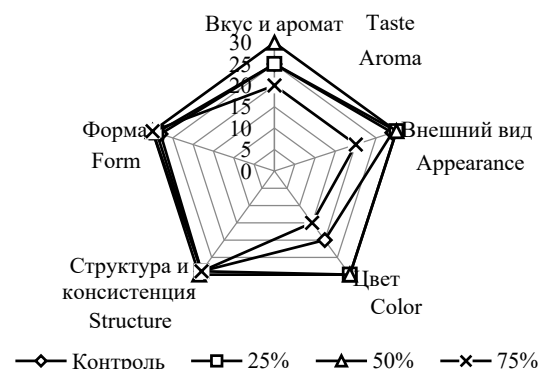


Рисунок 2. Профильная диаграмма дегустационной оценки леденцовой карамели с внесением воды на концентрат морковного сока

Figure 2. Profile diagram of the tasting assessment of candy caramel with the addition of water to the carrot juice concentrate

Результаты проведенной дегустационной оценки показали, что улучшение органолептических характеристик соответствует с внесением концентрата морковного сока 50%.

Заключение

Обосновано внесение концентрата морковного сока в рецептуру леденцовой карамели в таком количестве как 25, 50 и 75% с полным исключением синтетических красителей. На основании проведенной оценки физико-химических показателей и дегустационной оценке полученная карамель соответствует требованиям ГОСТ 6477-88. Планируется разработка изделий на основе концентрата морковного сока и изучение возможности использовать их для функционального питания.

Литература

- 1 Zhang J., Jinnai S., Ikeda R., Wada M. et al. A simple HPLC-fluorescence method for quantitation of curcuminoids and its application to turmeric products // Anal Sci. 2009. № 25(3). P. 385–388.
- 2 Дерканосова Н.М., Гинс В.К., Лупанова О.А., Андропова И.И. Разработка способов получения и применения натурального пищевого красителя // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 1(36). С. 18–23.
- 3 Fikselová M. et al. Extraction of carrot (*Daucus carota* L.) carotenes under different conditions // Czech Journal of Food Sciences. 2008. V. 26. № 4. P. 268–274.
- 4 Shukla K.K., Kaur S. Development of value added product from underutilized tuber and root. Lovely Professional University, 2018.
- 5 Agcam E., Akyıldız A., Balasubramaniam V.M. Optimization of anthocyanins extraction from black carrot pomace with thermosonication // Food chemistry. 2017. V. 237. P. 461–470.
- 6 Kaur A., Sogi D.S. Effect of osmotic dehydration on physico-chemical properties and pigment content of carrot (*Daucus carota* L) during preserve manufacture // Journal of food processing and preservation. 2017. V. 41. № 5. P. e13153.
- 7 Болотов В.М., Олейникова А.Я., Плотникова И.В., Саввин П.Н. Применение красителя из натурального растительного сырья в производстве карамели «Жевательной» // Известия ОГАУ. 2009. № 23–1. С. 187–189.
- 8 Collins P., Timberlake C. Recent developments of natural food colours // Overseal Foods, United Kingdom. 1993. № 6. P. 32–35.
- 9 Кох Д.А., Кох Ж.А. Ягодно-овощные полуфабрикаты как источник биологически активных веществ в производстве кондитерских кремов // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития // мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Часть 2. Красноярск, 2017. С. 91–93.
- 10 Магомедов М.Г., Лобосова Л.А., Дерканосова А.А. Получение концентрированного сока сахарной свеклы и перспективы его использования // Вестник ВГУИТ. 2014. № 2. С. 158–163.
- 11 Муравьев К.Ю., Баракова Н.В. Получение селенсодержащих экстрактов из растительного сырья // Вестник ВГУИТ. 2018. № 80(3). С. 212–219.
- 12 Пат. № 2221829, RU, C09B 61/00. Способ получения спирто-водорастворимого каротиноидного красителя из растительного сырья / Перикова Л.И., Болотов В.М., Рудаков О.Б. № 2002119910/13; Заявл. 22.07.2002; Оpubл. 20.01.2004, Бюл. № 2.

13 Пат. № 194622, RU, B01D 11/02. Лабораторная установка для экстракции растительного сырья / Невзоров В.Н., Безязыков Д.С., Мацкевич И.В., Кох Ж.А. № 2019121828; Заявл. 09.07.2019; Оpubл. 17.12.2019, Бюл. № 35.

14 Фролова Н.А., Резниченко И.Ю., Иванкина Н.Ф. Разработка технологии и товароведная оценка карамели, обогащенной экстрактами из биологически активного растительного и животного сырья // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 4(27). С. 164–170.

15 Якунина Е.С. Рыбчинская В.С. Использование экстракта зеленого чая в производстве конфет функционального назначения // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2016. № 1(23). С. 46–48.

References

- 1 Zhang J., Jinnai S., Ikeda R., Wada M. et al. A simple HPLC-fluorescence method for quantitation of curcuminoids and its application to turmeric products. *Anal. Sci.* 2009. no. 25(3). pp. 385–388.
- 2 Derkanosova N.M., Gins V.K., Iupanova O.A., Andropov I.I. Development of methods for production and application of natural food dye. *Equipment and technology of food production*. 2015. no. 1 (36). pp. 18–23. (in Russian).
- 3 Fikselová M. et al. Extraction of carrot (*Daucus carota* L.) carotenoids under different conditions. *Czech Journal of Food Sciences*. 2008. vol. 26. no. 4. pp. 268–274.
- 4 Shukla K.K., Kaur S. Development of value added product from underutilized tuber and root. *Lovely Professional University*, 2018.
- 5 Agcam E., Akyıldız A., Balasubramanian V.M. Optimization of anthocyanins extraction from black carrot pomace with thermosonication. *Food chemistry*. 2017. vol. 237. pp. 461–470.
- 6 Kaur A., Sogi D.S. Effect of osmotic dehydration on physico-chemical properties and pigment content of carrot (*Daucus carota* L.) during preserve manufacture. *Journal of food processing and preservation*. 2017. vol. 41. no. 5. pp. e13153.
- 7 Bolotov V.M., Oleinikov A.I., Plotnikova I.V., Savvin P.N. The application of dye from natural plant materials in the production of hard candy “Chewing”. *News OGAU*. 2009. no. 23–1. pp. 187–189. (in Russian).
- 8 Collins P., Timberlake C. Recent developments of natural food colours. *Overseal Foods, United Kingdom*. 1993. no. 6. pp. 32–35.
- 9 Koch D.A., Koch Zh.A. Berry and vegetable semi-finished products as a source of biologically active substances in the production of confectionery creams. *Science and education: experience, problems, prospects. Mat-ly mezhdunar. scientific-pract. Conf. Part 2. Krasnoyarsk*, 2017. pp. 91–93. (in Russian).
- 10 Magomedov M.G., Lobosova L.A., Derkanosova A.A. Production of concentrated sugar beet juice and its prospects. *Proceedings of VSUET*. 2014. no. 2. pp. 158–163. (in Russian).
- 11 Ants K.S., Barakova N.V. Obtaining selenium-containing plant extracts. *Proceedings of VSUET*. 2018. no. 80(3). pp. 212–219. (in Russian).
- 12 Pericula L.I., Bolotov V.M., Rudakov O.B. Method of obtaining alcohol-soluble carotenoid dye from plant material. *Patent RF*, no. 2221829, 2004.
- 13 Nevzorov V.N., Bezyazykov D.S., Matskevich I.V., Koch Zh.A. Laboratory installation for the extraction of plant materials. *Patent RF*, no. 194622, 2019.
- 14 Frolova N.A., Reznichenko I.Yu., Ivankina N.F. Development of the technology and evaluation of caramel, enriched with extracts from biologically active plant and animal materials. *Equipment and technology of food production*. 2012. no. 4 (27). pp. 164–170. (in Russian).
- 15 Yakunina E.S., Rybchinskaya V.S. The Use of green tea extract in the manufacture of candies of the functional purpose. *Modern science: actual problems and ways of their solution*. 2016. no. 1 (23). pp. 46–48. (in Russian).

Сведения об авторах

Жанна А. Кох к.т.н., доцент, кафедра технологии, оборудование бро-дильных и пищевых производств, Красноярский государственный аграрный университет, институт пищевых производств, пр-т Мира 90, г. Красноярск, 660049, Россия, jannetta-83@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4016-7596>

Денис А. Кох к.т.н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств, Красноярский государственный аграрный университет, институт пищевых производств, пр-т Мира 90, г. Красноярск, 660049, Россия, dekocho@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3047-1386>

Елена Н. Непомнящих старший преподаватель, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств, Красноярский государственный аграрный университет, институт пищевых производств, пр-т Мира 90, г. Красноярск, 660049, Россия, pikuleva.87@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1736-3321>

Вклад авторов

Жанна А. Кох написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат, провела эксперимент
Денис А. Кох обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент
Елена Н. Непомнящих предложила методику проведения эксперимента, выполнила расчеты

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Zhanna A. Koch Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology, equipment for fermentation and food production department, Krasnoyarsk State Agrarian University, Institute of Food Production, Prospect Mira 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia, jannetta-83@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4016-7596>

Denis A. Koch Cand. Sci. (Engin.), associate professor, bakery, confectionery and pasta production technologies department, Krasnoyarsk State Agrarian University, Institute of Food Production, Prospect Mira 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia, dekocho@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3047-1386>

Elena N. Nepomnyashchikh head teacher, bakery, confectionery and pasta production technologies department, Krasnoyarsk State Agrarian University, Institute of Food Production, Prospect Mira 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia, pikuleva.87@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1736-3321>

Contribution

Zhanna A. Koch wrote a manuscript, corrected it before submitting it to the editor and is responsible for plagiarism, conducted an experiment
Denis A. Koch review of literary sources on the investigated problem, conducted an experiment
Elena N. Nepomnyashchikh proposed a methodology for conducting the experiment, performed calculations

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 15/08/2020	После редакции 24/08/2020	Принята в печать 02/09/2020
Received 15/08/2020	Accepted in revised 24/08/2020	Accepted 02/09/2020

Разработка полноценных комбикормов с использованием рапсового шрота

Елена Е. Курчаева	¹	alena.kurchaeva@ya.ru	 0000-0001-5958-0909
Татьяна Н. Тертычная	¹	tertychnaya777@ya.ru	 0000-0001-8185-3424
Александр А. Шевцов	²	shevalol@rambler.ru	 0000-0001-5745-8301
Наталья А. Сердюкова	³	nata29m@mail.ru	 0000-0002-9700-6825
Николай Ю. Ситников	⁴	sit-work@yandex.ru	 0000-0002-3690-6336

1 Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

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

3 Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54 а, г. Воронеж, 394064, Россия

4 АО «Воронежский экспериментальный комбикормовый завод», пр-т Труда, 93, г. Воронеж, 394026, Россия

Аннотация. В современных условиях производства продукции животноводства важное значение приобретает организация научно обоснованного кормления сельскохозяйственных животных комбикормами, обогащенных продуктами переработки масличных культур как энергетического компонента и пробиотической составляющей, способствующей регулированию процессов гомеостаза. При этом особая роль отводится использованию в кормовых рационах продуктов переработки рапса, в частности шротов. Шрот рапса содержит в концентрированном виде протеин, углеводы, жира, фосфосодержащие вещества, что расширяет возможности сырьевой базы для разработки рецептов комбикормов, отвечающих требованиям полнорационного питания животных. Обоснована дозировка ввода шрота рапса (10%) в состав комбикорма для молодня кроликов на основе получения животными питательных веществ в соответствии с существующими нормами кормления. Оценка эффективности полученных гранулированных комбикормов проводили на клинически здоровом поголовье кроликов в количестве 60 голов, которые были разделены на 4 группы. Наилучшие показатели мясной продуктивности (убойный выход 69,80%, индекс мясности 4,40) при этом были получены при вводе пробиотического препарата "Пробион - форте" в дозировке 0,5 г/кг комбикорма и рапсового шрота в количестве 10 % к массе комбикорма. Использование разработанного полнорационного гранулированного комбикорма позволило достигнуть высокой степени концентрирования белковой составляющей рациона в мышечной ткани подопытных кроликов, что говорит о более высокой пищевой и биологической ценности полученных мясных ресурсов.

Ключевые слова: шрот рапса, комбикорм, мясная продуктивность, кролики, интенсивность роста

Development of complete compound feeds with rapeseed meal

Elena E. Kurchaeva	¹	alena.kurchaeva@ya.ru	 0000-0001-5958-0909
Tatyana N. Terlychnaya	¹	tertychnaya777@ya.ru	 0000-0001-8185-3424
Alexander A. Shevtsov	²	shevalol@rambler.ru	 0000-0001-5745-8301
Natalya A. Serdyukova	³	nata29m@mail.ru	 0000-0002-9700-6825
Nikolai Yu. Sitnikov	⁴	sit-work@yandex.ru	 0000-0002-3690-6336

1 Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 1, Michurina street, 394087, Voronezh, Russia

2 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

3 Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarina, st. Old Bolsheviks, 54a, 394064, Voronezh, Russia

4 Voronezh Experimental Feed Plant, 93 Truda Pr. Voronezh, 394026, Russia

Abstract. The organization of scientifically justified feeding of farm animals with compound feed enriched with oilseed processed products as an energy component and a probiotic component contributing to the regulation of homeostasis processes becomes important in modern conditions of animal husbandry production. At the same time, a special role is given to the application of rapeseed products, meals in particular, in feed rations. Rapeseed meal contains protein, carbohydrates, fats, phospho-containing substances in a concentrated form, which expands the possibilities of the raw material base for the development of compound feed recipes that meet the requirements of complete nutrition for animals. The dosage of rapeseed meal (10%) introduction into the composition of compound feed for young rabbits based on the animals receiving nutrients in accordance with the existing feeding standards was substantiated in the work. Evaluation of the effectiveness of the obtained granulated feed was carried out on a clinically healthy livestock of rabbits in the amount of 60 heads, which were divided into 4 groups. The best indicators of meat productivity (slaughter yield 69.80%, meat index 4.40) were obtained with the introduction of the probiotic preparation "Probiion - Forte" at a dosage of 0.5 g / kg of feed and rapeseed meal in an amount of 10% to the feed mass. The application of the developed complete granulated feed made it possible to achieve a high degree of the diet protein component concentration in the muscle tissue of experimental rabbits, which indicates a higher nutritional and biological value of the meat resources obtained.

Keywords: rapeseed meal, compound feed, meat productivity, rabbits, growth rate

Для цитирования

Курчаева Е.Е., Тертычная Т.Н., Шевцов А.А., Сердюкова Н.А., Ситников Н.Ю. Разработка полноценных комбикормов с использованием рапсового шрота // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 145–152. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-145-152

For citation

Kurchaeva E.E., Terlychnaya T.N., Shevtsov A.A., Serdyukova N.A., Sitnikov N.Yu. Development of complete compound feeds with rapeseed meal. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 145–152. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-145-152

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

В регионе в связи с активным ростом индивидуального предпринимательства в сельском хозяйстве важное значение приобретает организация научно обоснованного кормления сельскохозяйственных животных комбикормами. Сбалансированные по основным питательным веществам, они обеспечивают повышение продуктивности животных на 10–12%, а при обогащении их витаминами, антибиотиками, микроэлементами и пробиотическими комплексами эффективность их повышается на 25–30% [5–8].

Особая роль отводится использованию в кормовых рационах продуктов переработки масличного, в том числе рапса, являющегося одним из перспективных культур для интродукции в Центрально-Черноземной зоне. Шрот рапса содержит в концентрированном виде протеин, углеводы, жира, фосфосодержащих вещества, что позиционирует данный сырьевой ресурс для обогащения кормовых рационов сельскохозяйственных животных [10–15], в том числе кроликов и расширяет возможности сырьевой базы для разработки рецептов комбикормов, отвечающих требованиям полнорационного питания животных [9]. Авторами разработана технология комплексной переработки масличных семян с получением растительного масла, растворимой и нерастворимой фракции из смеси измельченной выжимки с нагретой водой; белка из растворимой фракции, высушенной нерастворимой фракции. Полученная суспензия при смешивании разделяется на фракции: растворимую и нерастворимую. Изменяя соотношение компонентов (измельченной выжимки и воды), температуру воды и время перемешивания обеспечивается управление процессом перехода белка и жира из нерастворимой фракции в растворимую, тем самым либо увеличивая количество белка в растворе, либо оставляя его в нерастворимой фракции [3, 4].

Цель работы – научно-практическое обоснование эффективности использования рапсового шрота в составе полнорационного гранулированного комбикорма для кроликов, что позволит частично ликвидировать сложившийся дефицит растительных белковых компонентов. В задачи исследования входило оценить интенсивность роста кроликов на фоне использования разработанного комбикорма, а также на продуктивные показатели и качество мяса кроликов.

Материалы и методы

В рамках работы были разработаны рецепты комбикормов для откорма молодняка кроликов, оптимизированные с помощью программного модуля «КормОптим» на основе рецепта ПЗК-92 с вводом рапсового шрота и пробиотического комплекса «Пробион-форте». Выработка опытных рецептов комбикормов была произведена в условиях производственной базы АО «ВЭКЗ», г. Воронеж.

Для проведения эксперимента было подобрано 60 кроликов (самцов) аналогов по живой массе, возрасту и физиологическому состоянию породы советская шиншилла, которые в возрасте 45 суток по принципу групп – аналогов были разделены на 4 группы. В каждой группе было подобрано по 15 голов. Кролики всех групп содержались в одинаковых условиях. Исследования были проведены в условиях частного хозяйства «О.В. Кузнецова» в 2020 году. В качестве основного рациона использовали комбикорм ПЗК-92, полученного на основе зерновых культур, жмыха подсолнечника, пшеничных отрубей, травяной муки и премикса КВП П90–1К. Кролики 1 группы (контрольной) получали только комбикорм ПЗК-92, кролики опытных групп получали гранулированный комбикорм с внесением рапсового шрота в дозировках 5, 10 и 15% и пробиотического комплекса «Пробион – форте» в дозировке 0,5 г/кг на кг комбикорма в соответствии с рекомендациями производителя («Woogene B&G», Songsan-Ri, Yanggam-Myeon, Hwaseong-Si, Gyeonggi-Do, Korea).

Откорм проводили в течение 60 суток до убойного возраста 105 суток. Динамику живой массы учитывали индивидуальным взвешиванием. Для определения мясной продуктивности провели убой по 3 головы кроликов из каждой группы по методике ВИЖ, оценку качества мяса проводили в соответствии с рекомендациями [1].

Интерьерные показатели кроликов исследовали по биохимическим и морфологическим показателям: количество лейкоцитов определяли с помощью электронных счётчиков частиц, эритроцитов – на ФЭК, гемоглобина – по Сали, общего белка в сыворотке крови, альбуминов и глобулинов – стандартными методами. Исследования выполнялись с использованием материально – технической базы ГНУ ВНИВИП-ФиТ Россельхозакадемии (г. Воронеж), Испытательного центра ВГУИТ.

Результаты

В работе был использован шрот рапса с содержанием обменной энергии 200 ккал/100 г продукта, химический состав которого представлен на рисунке 1. Рецептурные составы комбикормов представлены в таблице 1, образцы выработанных комбикормов на рисунке 2. Интерьерные показатели кроликов представлены в таблице 3. Продуктивные показатели кроликов представлены в таблице 4.

Химический состав мяса кроликов представлен в таблице 5. Интенсивность роста живой массы кроликов представлена на рисунке 3.

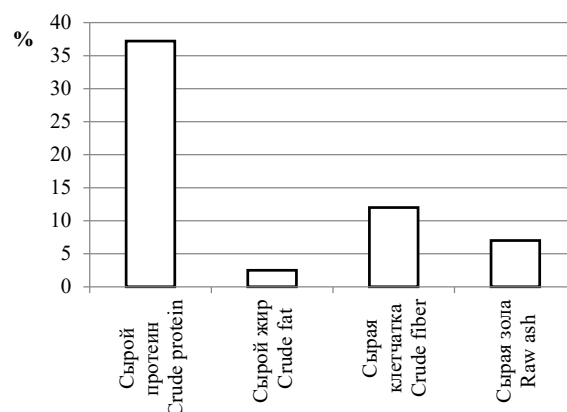


Рисунок 1. Химический состав шрота рапса

Figure 1. Chemical composition of rapeseed meal

Таблица 1.

Рецепты опытных комбикормов

Table 1.

Recipes of Experiment compound feeds

Показатель Indicator	Содержание в рецепте Contents in the recipe			
	ПЗК-92 (контроль) PZK-92 (control)	ПЗК-92 (опыт 1) PZK-92 (experiment 1)	ПЗК-92 (опыт 2) PZK-92 (experiment 2)	ПЗК-92 (опыт 3) PZK-92 (experiment 3)
Компонентный состав, % Component composition, %				
Пшеница Wheat	13,900	13,850	13,850	13,850
Меласса Molasses	2,000	2,000	2,000	2,000
Овес Oat	8,000	8,000	8,000	8,000
Кукуруза Corn	10,000	10,000	10,000	10,000
Отруби пшеничные Wheat bran	15,000	15,000	15,000	15,000
Жмых подсолнечный Sunflower cake	16,500	11,500	6,500	1,500
Рапсовый шрот Rapeseed meal	–	5,000	10,000	15,000
Шрот подсолнечный Sunflower meal	8,000	8,000	8,000	8,000
Мука травяная люцерновая Alfalfa grass flour	20,000	20,000	20,000	20,000
Мука мясо-костная Meat and bone flour	3,000	3,000	3,000	3,000
ДБА «Пробион – форте» БАА «Probian Forte»	-	0,050	0,050	0,050
Соль поваренная Salt	0,200	0,200	0,200	0,200
Фосфат обесфторенный Fluorinated phosphate	1,400	1,400	1,400	1,400
Мел кормовой Chalk feed	1,000	1,000	1,000	1,000
Премикс КВП П90–1 «К» Premix KVP P90–1" K»	1,000	1,000	1,000	1,000
Итого Subtotal	100,000	100,000	100,000	100,000
Сбалансированность комбикорма The balance of the feed				
Обменной энергии, МДж/кг Exchange energy, MJ / kg	9,67	10,27	10,90	11,58
Сырого протеина, % Crude protein, %	19,15	19,27	19,44	19,50
Сырой клетчатки, % Crude fiber, %	12,13	12,28	12,46	12,85
Сырого жира, % Crude fat, %	4,71	4,11	3,19	3,07
Крахмала, % Starch's, %	23,06	22,12	20,95	20,76
Лизин, % Lysine, %	0,71	0,72	0,77	0,81
Метионин + цистин, % Methionine + cystine, %	0,69	0,70	0,71	0,74
Кальция, % Calcium's, %	1,05	1,08	1,10	1,16
Фосфора, % Phosphorus's, %	0,68	0,71	0,73	0,78



Комбикорм ПЗК-92 (контроль)
Compound feed PZK-92 (control)



Комбикорм ПЗК-92 с вводом 5,0% рапсового шрота
Compound feed PZK-92 with input of 5.0% rapeseed meal



Комбикорм ПЗК-92 с вводом 10,0% рапсового шрота
Mixed feed PZK-92 with the input of 10.0% rapeseed meal



Комбикорм ПЗК-92 с вводом 15,0% рапсового шрота
Mixed feed PZK-92 with the input of 15.0% rapeseed meal

Рисунок 2. Комбикорма для молодняка кроликов с вводом рапсового шрота и пробиотического комплекса «Пробион – форте»

Figure 2. Compound feed for young rabbits with rapeseed meal and probiotic complex "Probion-Forte"

Таблица 2.

Основные показатели качества выработанных комбикормов

Table 2.

Main indicators of the quality of processed feed

Показатель Indicator	ПЗК-92 (контроль) PZK-92 (control)	ПЗК-92 (опыт 1) PZK-92 (experiment 1)	ПЗК-92 (опыт 2) PZK-92 (experiment 2)	ПЗК-92 (опыт 3) PZK-92 (experiment 3)
Массовая доля влаги, % Mass fraction of moisture, %	14,0	13,7	13,9	13,8
Диаметр гранул, мм Diameter of granules, mm	4,7	4,7	4,7	4,7
Крошимость гранул, % Granularity of granules, %	8,0	7,3	7,2	7,2
Проход через сито с отверстиями 2 мм, % Passage through a screen with 2 mm holes, %	9,0	8,0	8,0	8,0

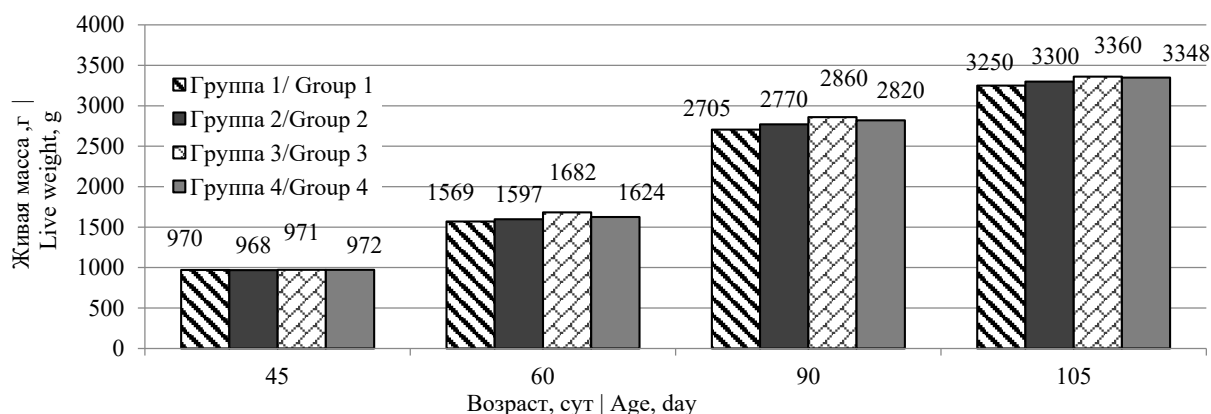


Рисунок 3. Интенсивность роста живой массы молодняка, г

Figure 3. Growth Rate of live weight of young animals, g

Таблица 3.

Показатели крови кроликов (убой в возрасте 105 суток)

Table 3.

Blood indicators of rabbits (slaughter at the age of 105 days)

Показатель Indicator	Кормовой рацион/ Ration			
	ПЗК-92 (контроль) PZK-92 (control)	ПЗК-92 (опыт 1) PZK-92 (experiment 1)	ПЗК-92 (опыт 2) PZK-92 (experiment 2)	ПЗК-92 (опыт 3) PZK-92 (experiment 3)
Морфологические показатели		Morphological indicators		
Гемоглобин, г/л Hemoglobin, g/l	102,8 ± 2,6	104,6 ± 2,3	111,4 ± 2,1	110,0 ± 1,6
Эритроциты, 10 ¹² /л Erythrocytes, 10 ¹² /l	5,80 ± 0,25	6,04 ± 0,09	6,10 ± 0,07	5,88 ± 0,20
Лейкоциты, 10 ⁹ /л Leukocytes, 10 ⁹ /l	8,02 ± 0,18	7,92 ± 0,13	7,80 ± 0,21	8,04 ± 0,15
Биохимические показатели		Biochemical indicators		
Общий белок, г/л Total protein, g/l	67,7 ± 0,03	68,4 ± 0,02	71,8 ± 0,02	71,6 ± 0,04
Альбумины, г/л Albumins, g/l	37,0 ± 0,22	37,6 ± 0,30	38,8 ± 0,27	38,7 ± 0,29
Глобулины, г/л Globulins, g/l	30,70 ± 0,42	31,80 ± 0,28	33,00 ± 0,31	32,90 ± 0,14
Кальций, ммоль/л Calcium, mmol/l	2,64 ± 0,38	2,66 ± 0,33	2,90 ± 0,40	2,90 ± 0,29
Фосфор, ммоль/л Phosphorus, mmol/l	0,86 ± 0,23	0,92 ± 0,13	1,10 ± 0,34	1,12 ± 0,20

Таблица 4.

Показатели мясной продуктивности кроликов

Table 4.

Indicators of meat productivity of rabbits

Группа Group	Предубойная живая масса, кг Pre-slaughter live weight, kg	Убойный выход, % Homicide exit, %	Масса, г Mass, g		
			тушки carcasses	внутренних органов internal orga- new	в т. ч. печени including liver
Контрольная Control	3158	67,80	2141,0 ± 12,1	534,0 ± 37,3	106,0 ± 9,8
Опытная 1 Experiment 1	3190	67,83	2164,0 ± 18,4	532,0 ± 16,1	112,0 ± 4,2
Опытная 2 Experiment 2	3422	69,80	2390,0 ± 16,9	531,0 ± 20,6	130,0 ± 11,2
Опытная 3 Experiment 3	3309	69,71	2307,0 ± 64,9	528,0 ± 24,1	122,0 ± 6,3

Таблица 5.

Химический состав мяса кроликов, %

Table 5.

Chemical composition of rabbit meat, %

Группа Group	Вода Water	Протеин Protein	Липиды Lipid	Зола Ash
Контрольная Control	72,8	20,4	5,7	1,1
Опытная 1 Experiment 1	71,8	21,2	5,8	1,2
Опытная 2 Experiment 2	71	22,1	5,6	1,3
Опытная 3 Experiment 3	71,4	21,4	6	1,3

Обсуждение

В исследованиях был использован шрот рапса (рисунок 1), который представляет собой ресурс, содержащий в своем составе питательные вещества, способствующие повышению сохранности и продуктивных показателей сельскохозяйственных животных. Содержание белка в шроте рапса (37,20%) позволяет использовать данный сырьевой источник как рецептурный компонент при разработке полнорационных гранулированных комбикормов с повышенной питательной и биологической ценностью, оказывающих положительное действие как на функционирование организма животных в целом, так и на белковый обмен и эритропоэз.

Выработанные в условиях АО «ВЭКЗ» комбикорма (таблица 1, рисунок 2) с вводом рапсового шрота и пробиотического препарата «Пробион-форте» содержали, %: сырого протеина 19,27–19,50, клетчатки 12,28–12,85, обменной энергии 10,27–11,58 МДж/кг (таблица 2), что соответствует требованиям ГОСТ 32897–2014 [2]. Соотношение кальция к фосфору составило в комбикорме с вводом 10% шрота рапса составило 1,5, что соответствует нормативу для данной группы животных [9].

Интенсивность роста живой массы кроликов (рисунок 3) показала положительное преимущество использования полнорационных гранулированных комбикормов с вводом рапсового шрота. На фоне использования разработанных

комбикормов наибольшая живая масса – 3360 г и максимальный среднесуточный прирост – 31,85 г был зафиксирован в 3-й (2-й опытной группе), получавших в составе комбикорма 10% рапсового шрота в комплексе с пробиотическим препаратом, что подтверждает улучшение метаболических процессов в организме животных при использовании данной композиции добавок.

В процессе откорма сохранность особей в контрольной группе составляла 80%, в опытных группах – 100%.

Картина крови позволяет наблюдать различные изменения, которые происходят в организме животных под влиянием кормления и содержания, что дает возможность оценить их общее физиологическое состояние (таблица 3). В крови кроликов, получавших комбикорм с вводом рапсового шрота (10,0%) совместно с пробиотической добавкой «Пробион-форте» (0,5 г/кг комбикорма), происходит увеличение содержания общего белка до 71,8 г/л, фракций альбуминов 33,8 г/л и глобулинов 33,0 г/л, а также кальция (2,90 ммоль/л) и фосфора (1,10 ммоль/л), что говорит о высокой степени метаболизма.

Показатели убоя животных дают представление о количественной стороне мясной продуктивности животного. Определяющими в оценке мясной продуктивности кроликов являются убойная масса, убойный выход и качество мяса.

Наивысший убойный выход (69,8%) у кроликов, получавших полнорационный гранулированный комбикорм с вводом 10% рапсового шрота и кормового пробиотика «Пробион – форте» в дозировке 0,5 г/кг в составе гранулированного комбикорма (таблица 4). Увеличение массы тушки на фоне пробиотического препарата может свидетельствовать о более высокой степени трансформации питательных веществ комбикорма в белковую составляющую мышечной ткани и как следствие повышения выхода наиболее ценной в пищевом отношении мышечной ткани. Сравнительно высокая масса печени (на 22% больше, чем в контрольной группе) подтверждает высокую функциональную нагрузку на организм, за счет высокого метаболизма и степени поступления аминокислот комбикорма,

которые всасываясь в кишечнике, поступают в кровь и доставляются к органам тканям.

Кролики, получавшие гранулированный комбикорм с пробиотической добавкой «Пробион-форте» 0,5 г/кг комбикорма и рапсовым шротом в количестве 10% к массе комбикорма (2 опытная группа) имеют больший показатель индекса мясности – 4,40, по сравнению с кроликами 1 и 3 опытной группы и контрольной – 3,35 и 3,38 единиц соответственно.

Показатели качества мяса напрямую зависят от химического состава и энергетической ценности. В таблице 5 представлен химический состав мяса кроликов. Применение при кормлении кроликов полнорационного гранулированного комбикорма с вводом используемых биодобавок способствовало повышению массовой доли белка в мышечной ткани. Содержание массовой доли жира в мышечной ткани кроликов контрольной группы и опытных групп отличалось незначительно, достоверных различий выявлено не было, хотя наименьшее количество жира отмечено у кроликов 2 опытной группы, получавших гранулированный комбикорм с добавлением 10% рапсового шрота и пробиотической добавки «Пробион-форте» в дозировке 0,5 г/кг комбикорма.

Заключение

Применение в составе комбикорма рапсового шрота способствует повышению их питательной ценности, а также обеспечивает более полное усвоение организмом животных за счет улучшения гомеостаза. Наилучшие показатели мясной продуктивности (убойный выход 69,80%, индекс мясности 4,40) при этом были получены при вводе пробиотического препарата "Пробион – форте" в дозировке 0,5 г/кг комбикорма и рапсового шрота в количестве 10% к массе комбикорма. Использование разработанного полнорационного гранулированного комбикорма позволило достигнуть высокой степени концентрирования белковой составляющей рациона в мышечной ткани подопытных кроликов, что говорит о более высокой пищевой и биологической ценности полученных мясных ресурсов.

Литература

- 1 Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: КолосС, 2004. 571 с.
- 2 ГОСТ 32897–2014 Комбикорма для пушных зверей, кроликов и нутрий. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2015. 13 с.
- 3 Пат. № 2688467, RU, C11B 1/06. Способ управления линией комплексной переработки семян масличных культур / Шевцов А.А., Ткач В.В., Салтыков С.Н., Сердюкова Н.А., Копылов М.В. Заявитель и патентообладатель: Военно-воздушная акад. им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. № 2018121873; Заявл. 13.06.2018; Оpubл. 21.05.2019, Бюл. № 15.
- 4 Шевцов А.А., Бунин Е.С., Ткач В.В., Сердюкова Н.А. Эффективное внедрение парокмпрессионного теплового насоса в линию комплексной переработки семян масличных культур // Хранение и переработка сельхозсырья. 2018. № 1. С. 60–64.

- 5 Kurchaeva E.E., Vostroilov A.V., Artemov E.S., Maksimov I.V. Improving the productivity of rabbits through the sharing of probiotic complexes and herbal supplements // Conference on Innovations in Agricultural and Rural development. 2019. V. 341. P. 012051. doi:10.1088/1755-1315/341/1/012051.4.
- 6 Bhatt R.S., Agrawal A.R., Sahoo A. Effect of probiotic supplementation on growth performance, nutrient utilization and carcass characteristics of growing chinchilla rabbits // Journal of Applied Animal Research. 2017. V. 45. № 1. P. 304–309.
- 7 Bogdanova O.V., Alekseeva L.V., Lukyanov A.A. Biologically active substance application efficiency for meat rabbit breeding // EurAsian Journal of BioSciences. 2018. V. 12. № 2. P. 431–435.
- 8 Исламов Е.И., Бжозовский М.В., Буршакбаева Л.М. Применение пробиотического препарата рескью кит при выращивании кроликов породы советская шиншилла // Новая наука: Современное состояние и пути развития. 2015. № 4–2. С. 3–7.
- 9 Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М.: КолосС, 2003. 456 с.
- 10 Фаритов Т.А. Использование рапсовых кормов в животноводстве // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2015. № 10. С. 45–50.
- 11 Гази́ев Б.М. Эффективность скармливания продуктов переработки рапса животным // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. 2017. № 117. С. 20–26.
- 12 Горлова Л.А., Бочкарёва Э.Б., Стрельников Е.А., Гончаров С.В. Селекция рапса на конечное использование: направления и тенденции современности // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 72. С. 109–114.
- 13 Воловик В.Т. Рапс и сурепица – резерв повышения питательной ценности кормов // АгроСнабФорум. 2018. № 7 (163). С. 56–57.
- 14 Олейникова Е.Н., Янова М.А., Пыжикова Н.И., Рябцев А.А. и др. Яровой рапс – перспективная культура для развития агропромышленного комплекса красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2019. № 1 (142). С. 74–80.
- 15 Пристач Н.В., Пристач Л.Н. Использование рапсового жмыха в кормлении животных // Вестник биотехнологии. 2017. № 3 (13). С. 8.

References

- 1 Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Methods of research of meat and meat products. Moscow, Koloss, 2004. 571 p. (in Russian).
- 2 GOST 32897–2014 compound Feed for fur animals, rabbits and nutria. General technical conditions. Moscow, Standardinform, 2015. 13 p. (in Russian).
- 3 Shevtsov A.A., Tkach V.V., Saltykov S.N., Serdyukova N.A., Kopylov M.V. Method for managing the line of complex processing of oilseeds. Patent RF, no. 2688467, 2019.
- 4 Shevtsov A.A., Bunin E.S., Tkach V.V., Serdyukova N.A. Effective implementation of a steam-compression heat pump in the line of complex processing of oilseeds. Storage and processing of agricultural raw materials. 2018. no. 1. pp. 60–64. (in Russian).
- 5 Kurchaeva E.E., Vostroilov A.V., Artemov E.S., Maksimov I.V. Improving the productivity of rabbits through the sharing of probiotic complexes and herbal supplements. Conference on Innovations in Agricultural and Rural development. 2019. vol. 341. pp. 012051. doi:10.1088/1755-1315/341/1/012051.4
- 6 Bhatt R.S., Agrawal A.R., Sahoo A. Effect of probiotic supplementation on growth performance, nutrient utilization and carcass characteristics of growing chinchilla rabbits. Journal of Applied Animal Research. 2017. vol. 45. no. 1. pp. 304–309.
- 7 Bogdanova O.V., Alekseeva L.V., Lukyanov A.A. Biologically active substance application efficiency for meat rabbit breeding. EurAsian Journal of BioSciences. 2018. vol. 12. no. 2. pp. 431–435.
- 8 Islamov E.I., Bzhovzovskiy M.V., Burshakbayeva L.M. Application of the probiotic drug rescue kit in growing rabbits of the Soviet chinchilla breed. New science: Current state and ways of development. 2015. no. 4–2. pp. 3–7. (in Russian).
- 9 Kalashnikov A.P. Norms and rations for feeding agricultural animals. Moscow, Koloss, 2003. 456 p. (in Russian).
- 10 Faritov T.A. Use of rapeseed feed in animal husbandry. Feeding of farm animals and forage production. 2015. no. 10. pp. 45–50. (in Russian).
- 11 Gaziev B.M. Efficiency of feeding rapeseed processing products to animals. Scientific and technical Bulletin Of the Institute of animal husbandry of the National Academy of agrarian Sciences of Ukraine. 2017. no. 117. pp. 20–26. (in Russian).
- 12 Gorlova L.A., Bochkareva E.B., Strelnikov E.A., Goncharov S.V. selection of rapeseed for final use: trends and trends of the present. Proceedings of the Kuban state agrarian University. 2018. no. 72. pp. 109–114. (in Russian).
- 13 Volovik V.T. Rapeseed and surepitsa-reserve for increasing the nutritional value of feed. Agrosnabforum. 2018. no. 7 (163). pp. 56–57. (in Russian).
- 14 Oleinikova E.N., Yanova M.A., Pyzhikova N.I., Ryabtsev A.A. et al. Spring rape – a promising crop for the development of the agro-industrial complex of the Krasnoyarsk territory. Vestnik KrasGAU. 2019. no. 1 (142). pp. 74–80. (in Russian).
- 15 Priestach N.V., Priestach L.N. Use of rapeseed cake in animal feeding. Bulletin of biotechnology. 2017. no. 3 (13). pp. 8. (in Russian).

Сведения об авторах

Елена Е. Курчаева к.т.н., доцент, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, alena.kurchaeva@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5958-0909>

Information about authors

Elena E. Kurchaeva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology of storage and processing of agricultural products department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina str., 1 Voronezh, 394087, Russia, alena.kurchaeva@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5958-0909>

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

 <https://orcid.org/0000-0001-8185-3424>

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

 <https://orcid.org/0000-0001-5745-8301>

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

 <https://orcid.org/0000-0002-9700-6825>

Николай Ю. Ситников к.т.н., генеральный директор, АО «Воронежский экспериментальный комбикормовый завод», пр-т Труда, 93, г. Воронеж, 394026, Россия, sit-work@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3690-6336>

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

 <https://orcid.org/0000-0001-8185-3424>

Alexander A. Shevtsov Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of fats, processes and devices of chemical and food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, shevalol@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5745-8301>

Natalya A. Serdyukova senior lecturer, department of 208 general professional disciplines, Military Training and Scientific Center of the Air Force “Ari Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarina”, st. Old Bolsheviks, 54a, 394064, Voronezh, Russia, nata29m@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9700-6825>

Nikolai Yu. Sitnikov Cand. Sci. (Engin.), General director, Voronezh Experimental Feed Plant, 93 Truda Pr. Voronezh, 394026, Russia, sit-work@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3690-6336>

Вклад авторов

Елена Е. Курчаева предложила методику проведения эксперимента

Татьяна Н. Тертычная обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Александр А. Шевцов консультация в ходе исследования

Наталья А. Сердюкова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Николай Ю. Ситников консультация в ходе исследования

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

Elena E. Kurchaeva proposed a scheme of the experiment

Tatyana N. Tertychnaya review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Alexander A. Shevtsov consultation during the study

Natalya A. Serdyukova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Nikolai Yu. Sitnikov consultation during the study

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 16/07/2020	После редакции 27/07/2020	Принята в печать 05/08/2020
Received 16/07/2020	Accepted in revised 27/07/2020	Accepted 05/08/2020

Перспективы применения зернобобовых в инновационных технологиях функциональных продуктов питания

Наталья С. Родионова	1	rodionovast@mail.ru	 0000-0002-6940-7998
Ирина П. Щетилина	1	Irina.Shchetilina@mail.ru	 0000-0002-2462-1480
Кристина Г. Короткова	1	kristina.druzhinina.98@mail.ru	
Владимир А. Шолин	1	daztergritch@gmail.com	
Наталья С. Черкасова	1	Cherkasovanatalia3456@mail.ru	
Армине О. Торосян	1	armine.torosyan.98@mail.ru	

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

Аннотация. Проблема обеспечения мирового населения полноценным пищевым белком не только сохраняет актуальность в третьем тысячелетии, но и в значительной степени обостряется. Человечество столкнулось с ограниченностью природных ресурсов на фоне быстрого роста населения в экономически слабо развитых странах и увеличения числа техногенных катастроф. Дефицит пищевого белка в рационе питания составляет 10-25 млн т/год, что приводит к истощению адаптационных возможностей организма человека и возникновению широкого спектра алиментарнозависимых заболеваний и требует принятия мер и реализации различных программ на государственном уровне. Около 80% мировых запасов пищевого белка имеют растительное происхождение, при этом 50% составляют зерновые, 25% – зернобобовые и масличные культуры. Благодаря короткому циклу воспроизводства и доступности, по экономическим и экологическим показателям растительное сырье – это перспективный источник пищевого белка, в основном используемый косвенно – в кормовых целях. В статье проведен обзор основных направлений биотехнологического воздействия и применения продуктов переработки бобовых культур. Представлено биологическое разнообразие зернобобовых, обеспечивающих возможность выращивания большого перечня культур по территории РФ, структура представителей зернобобовых по видам урожая 2019 г. Проанализирована пищевая ценность бобовых в сравнении с другими видами продовольственного сырья. Приведен перечень ценных эссенциальных веществ выраженного биокорректирующего действия, присутствующих в составе бобовых культур. Белки растительного сырья различаются по составу лимитирующих аминокислот, для бобовых культур (фасоль, горох и др.) – метионин и цистин. Комбинирование злаков с бобовыми позволяет проектировать белок наиболее приближенный к оптимальному аминокислотному составу. В работе приведены сведения по аминокислотному составу различных зернобобовых. Представлены данные по удовлетворению суточной потребности в витаминах и минеральных веществах при введении в рацион различных бобовых культур. В статье проанализировано содержание белка в химическом составе и пищевая ценность различных зернобобовых культур. Рассмотрены и изучены современные рецептурно-технологические решения получения продуктов питания с использованием зернобобовых культур. Представленные данные дали основание к интенсивному развитию научных изысканий, опытно-конструкторских и опытно-производственных работ в направлении глубокой переработки зернобобовых и развития технологий производства функциональных продуктов на их основе.

Ключевые слова: зернобобовые культуры, пищевая ценность, аминокислотный состав, белок, витамины, минералы

Prospects for the use of pulses in innovative technologies for functional food products

Natalia S. Rodionova	1	rodionovast@mail.ru	 0000-0002-6940-7998
Irina P. Shchetilina	1	Irina.Shchetilina@mail.ru	 0000-0002-2462-1480
Kristina G. Korotkova	1	kristina.druzhinina.98@mail.ru	
Vladimir A. Cholin	1	daztergritch@gmail.com	
Natalia S. Cherkasova	1	Cherkasovanatalia3456@mail.ru	
Armine O. Torosyan	1	armine.torosyan.98@mail.ru	

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

Abstract. The problem of providing the world population with a high-grade dietary protein not only remains relevant in the third millennium, but is also becoming increasingly acute. Humanity is faced with limited natural resources against the background of rapid population growth in economically underdeveloped countries and an increase in the number of man-made disasters. The deficiency of dietary protein in the diet is 10-25 million tons/year, which leads to the depletion of the adaptive capacity of the human body and the emergence of a wide range of alimentary-dependent diseases and requires the adoption of measures and implementation of various programs at the state level. About 80% of the world's food protein reserves are of vegetable origin, with 50% being cereals, 25% - legumes and oilseeds. Due to the short reproduction cycle and availability, in terms of economic and environmental indicators, plant raw materials are a promising source of food protein, mainly used indirectly - for feed purposes. The article provides an overview of the main directions of biotechnological impact and the use of legume processing products. The biological diversity of legumes is presented, which provides the possibility of growing a large list of crops in the territory of the Russian Federation, the structure of representatives of legumes by types of harvest in 2019. The nutritional value of legumes is analyzed in comparison with other types of food raw materials. A list of valuable essential substances with a pronounced bio-corrective action present in legumes is given. Proteins of plant raw materials differ in the composition of limiting amino acids, for legumes (beans, peas, etc.) - methionine and cystine. Combining cereals with legumes allows you to design a protein that is closest to the optimal amino acid composition. The paper provides information on the amino acid composition of various legumes. Presents data on meeting the daily requirement for vitamins and minerals when introducing various legumes into the diet. The article analyzes the protein content in the chemical composition and nutritional value of various leguminous crops. Considered and studied modern recipe and technological solutions for obtaining food products using leguminous crops. The presented data provided the basis for the intensive development of scientific research, experimental design and experimental production work in the direction of deep processing of legumes and the development of technologies for the production of functional products based on them.

Keywords: legumes, nutritional value, amino acid composition, protein, vitamins, minerals

Для цитирования

Родионова Н.С., Щетилина И.П., Короткова К.Г., Шолин В.А., Черкасова Н.С., Торосян А.О. Перспективы применения зернобобовых в инновационных технологиях функциональных продуктов питания // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 153–163. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-153-163

For citation

Rodionova N.S., Shchetilina I.P., Korotkova K.G., Cholin V.A., Cherkasova N.S., Torosyan A.O. Prospects for the use of pulses in innovative technologies for functional food products. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 153–163. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-153-163

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Ухудшение глобальной экологии, нехватка продовольствия, дефицит белка ставят перед современной наукой задачу разработки технологий новых продуктов питания с многофункциональными свойствами, отвечающих современным требованиям с минимальными затратами, а также способствующих здоровью и долголетию человека [1, 44].

Зернобобовые традиционно являются неотъемлемой частью пищи, однако их биопотенциал недооценивается, а потребление остается на невысоком уровне. Биологическое разнообразие зернобобовых обеспечивает возможность выращивания большого перечня культур по территории РФ (рисунок 1) [1].

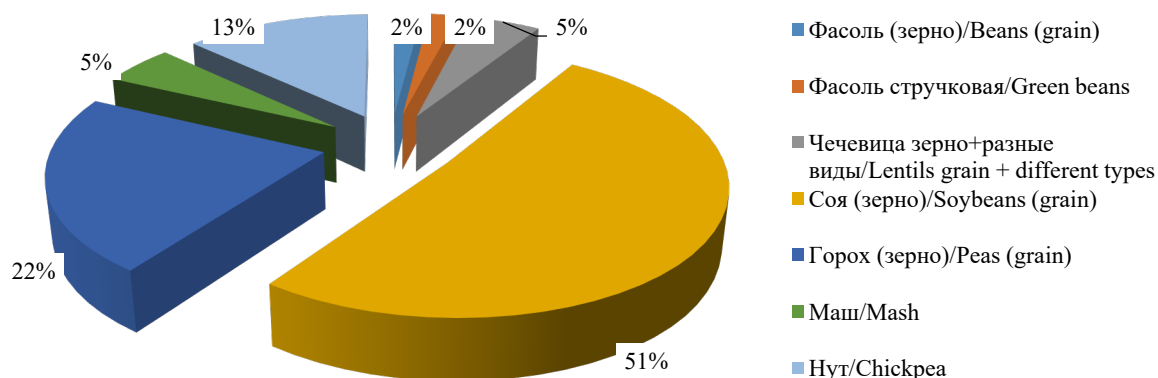


Рисунок 1. Структура представителей зернобобовых по видам (урожай – 2019 г.)

Figure 1. Structure of representatives of leguminous plants by types (harvest – 2019)

Наибольшее распространение в нашей стране имеет соя, вследствие ее широкого применения в мясоперерабатывающей отрасли, как заменителя животного белка [4, 5]. В 2019 году в России были зафиксированы рекордные урожайность (15,7 ц/га) и валовой сбор сои (3,08 млн т) [3].

Горох и нут также занимают существенное место в структуре производимых бобовых. В 2019/20 гг. в текущем сезоне посевные площади гороха составили 1,3 млн га. [1, 3]. Возросшая популярность нута в России привела к быстрому росту его валового сбора – с 20–30 тыс. тонн до 300 тыс. тонн за 2019 г. [6].

Другие бобовые культуры производятся в относительно меньших количествах, например, в структуре производства зернобобовых культур в РФ на производство фасоли приходится 2%.

В 2019 г. аграрии собрали на 19% больше чечевицы, чем годом ранее. Высокий урожай стал следствием увеличения посевных площадей под чечевицу, значение которых в 2019 г. составило 274 тыс. га [1, 3, 51].

Другие бобовые культуры производятся в относительно меньших количествах. Так, урожай фасоли 2019 года составил около 200–250 кг. В 2019 г. аграрии собрали на 19% больше чечевицы, чем годом ранее. Высокий урожай стал следствием увеличения посевных площадей под чечевицу, значение которых в 2019 году составило 274 тыс. га, что на 3 тыс. га больше прошлогоднего показателя [1, 3, 51].

В 2020 году произведено более 5 млн т люпина, что обеспечивает потребность внутреннего рынка и делает возможным экспорт не менее 2 млн т [7, 11].

По данным Федерального центра оценки качества зерна и зернобобовых в текущем 2020 году урожай зернобобовых культур превысил 11 млн тонн [3].

Перечисленные факты дают основание рассматривать зернобобовые как перспективный индустриальный вид пищевого сырья. Основные объемы потребления бобовых – в странах с быстрорастущим населением, что создает предпосылки роста объемов экспорта [2, 3].

Данные бюджетного исследования семей России свидетельствуют, что потребление зернобобовых в целом по стране составляет около 1,9 кг в год, при этом жители городов употребляют зернобобовых меньше (1,8 кг в год), чем сельское население (2, 1 кг в год).

Зернобобовые употребляются в пищу с древних времен практически всем населением планеты. Горох активно использовали в пищевых технологиях еще в Древней Руси, известны рецепты древнерусских гороховых киселей, каш и даже сыров. На Кавказе из фасоли готовят лобио, в Индии варят гороховый дал со специями и «беляши» качори с бобами мунг, украинцы пекут аппетитные пирожки с фасолью, в ближневосточных странах делают хумус. На Востоке из бобовых готовят оригинальные десерты – нуттовые оладьи со сладким соусом, нуттовые

шарики с сухофруктами, сладости из нутовой муки, сахара и орехов. Во всем мире из бобовых производят муку, варят супы, готовят пюре, гарниры, закуски и десерты. Соя – неотъемлемая часть современной индустрии здорового питания, из соевых бобов делают молоко, изготавливают корейскую спаржу. На основе Тофу готовят десерты – крем, парфе, чизкейки, кексы, соевое мороженое. Среди популярных соевых продуктов – вареная и копченая колбаса, гуляш, шницель, бефстроганов, котлеты, сосиски и сардельки, соевый соус и масло, соевые сухие сливки, соевый майонез, йогурт, кефир и коктейли. Применяют бобовые продукты и при приготовлении гороховых конфет и соевой сгущенки [13]. В настоящее время активно исследуется технологический и биологический потенциал зернобобовых. Особенное внимание уделяется

зернобобовым нутрициологами ввиду наличия в их составе множества эссенциальных веществ биокорректирующего действия. Технологически изыскания в отношении зернобобовых направлены на глубокую переработку с выделением биологически активных веществ и применением их в технологиях пищевой отрасли.

Характеристика биопотенциала зернобобовых.

Бобовые культуры отличаются высоким уровнем Fe, K, Ca, Mg, витаминов и других биологически активных веществ, они содержат в своём химическом составе фитостеролы, фитаты, лецитин, изофлавоны.

По пищевой ценности бобовые приближаются к животным продуктам (таблица 1) [12].

Таблица 1.

Анализ пищевой ценности (калорийности) бобовых в сравнении с другими видами продовольственного сырья

Table 1.

Analysis of the nutritional value (caloric content) of legumes in comparison with other types of food raw materials

Вид сырья Type of raw material	Б, % P, %	Ж, % F, %	У, % C, %	ПВ, % AF, %	Ca, мг/% mg%	Fe, мг/% mg%	Mg, мг/% mg%	B1, мг/% mg%	B2, мг/% mg%	A, мкг/% mkg%	Калорийность, ккал Calorie content, kcal
Горох Peas	20,5	2,0	49,5	11,2	115	6,8	107	0,81	0,15	2	298
Фасоль Bean	21,0	2,0	47,0	12,4	150	5,9	103	0,5	0,18	0	298
Чечевица Lentils	24,0	1,5	46,3	11,5	83	11,8	80	0,5	0,21	5	295
Соевые бобы Soya	34,9	17,3	17,3	13,5	348	9,7	226	0,94	0,22	12	364
Кукуруза Corn	10,3	4,9	60,0	9,6	34,0	3,7	104	0,38	0,14	53	325
Стручковая фасоль Beans	2,5	0,3	3	3,4	65,0	1,1	26	0,1	0,2	67	23
Пшеница Wheat	13,0	2,5	57,5	11,3	62	5,3	114	0,37	0,10	2	304
Мясо (говядина I категории) Meat (beef category I)	18,6	16,0	0	0	9	2,7	22	0,06	0,15	0	218
Молоко Milk	2,9	3,2	4,7	0	120	0,1	14	0,04	0,15	22	60
Картофель Potatoes	2,0	0,4	16,3	1,4	10	0,9	23	0,12	0,07	3	77

Согласно данным, представленным в таблице зернобобовые по пищевой ценности успешно конкурируют с наиболее распространенными видами пищевого сырья. Сравнительный анализ пищевой ценности бобовых относительно другого продовольственного сырья свидетельствует о том, что количество белка в них содержится примерно в полтора раза больше, чем в говядине, в два-три раза больше, чем в зерновых, и в восемь раз больше, чем в молоке и картофеле. Зернобобовые, являясь источником высокого содержания клетчатки (около 10%) являются незаменимым источником пищевых волокон.

По количеству калорий лидирует горох – 597 ккал, минимальная калорийность – у стручковой фасоли – 23 ккал.

Содержание белка в бобовых составляет от 20 до 40%, что примерно в 1,5 раза больше,

чем в говядине, в 2–3 раза больше, чем в зерновых, и в 8 раз больше, чем в молоке и картофеле (рисунок 2).

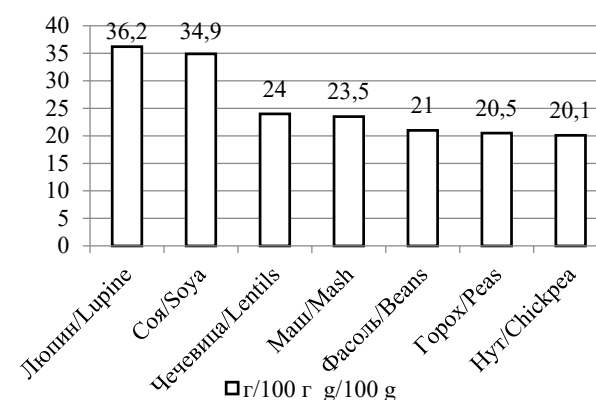


Рисунок 2. Содержание белка в химическом составе различных зернобобовых культур

Figure 2. Protein content in the chemical composition of various legumes

Благодаря богатству белком и незаменимыми аминокислотами (таблица 2), бобовые рекомендуются употреблять в сочетании со злаками [12].

Зернобобовые не содержат глютена и холестерина, имеют низкий гликемический индекс, в них мало натрия, они богаты железом и являются лидерами по содержанию фолатов,

эти и другие особенности состава зернобобовых делают их ценным сырьем для проектирования функциональных, диетических и специальных продуктов питания. Согласно мнению диетологов, бобовые входят в список десяти самых полезных для здоровья продуктов и должны составлять 8–10% рациона питания (таблицы 3, 4) [8, 10, 12, 48, 50, 51].

Аминокислотный состав различных зернобобовых культур

Таблица 2.

Table 2.

Amino acid composition of various legumes

Незаменимые аминокислоты Essential amino acids		Содержание, мг в 100 г. Content, mg per 100 g													
		Горох Peas (grain)	Горох лущеный Shelled peas	Маш Mash	Нут Chickpea	Соя (зерно) Soybeans (grain)	Фасоль (зерно) Beans (grain)	Фасоль (стручковая) Green beans	Чечевица красная (зерно) Red lentils (grain)	Чечевица зеленая (зерно) Green lentils (grain)	Пшеница Wheat	Рожь Rye	Ячмень Barley	Овес Oats	Люпин Lupine
Триптофан	Tryptophan	260	260	260	200	654	260	19	220	221	110	130	120	150	289
Изолейцин	Isoleucine	1090	1090	1008	882	1643	1030	66	1020	1065	650	390	390	410	161,5
Валин	Valine	1010	1010	1237	865	1737	1120	90	1270	1223	680	610	530	610	151
Лейцин	Leucine	1650	1650	1847	1465	2750	1740	112	1890	1786	550	1520	740	720	274,3
Треонин	Threonine	840	840	782	766	1506	870	79	960	882	770	630	350	330	133,1
Лизин	Lysine	1550	1550	1664	1377	2183	1590	88	1720	1720	430	240	370	380	193,3
Метионин	Methionine	210	210	286	270	679	240	22	290	210	310	110	180	160	25,5
Фенилаланин	Phenylalanine	1010	1010	1443	110	1696	1130	67	1250	1215	680	340	560	560	143,5
Аргинин	Arginine	1620	1620	1672	1939	2611	1120	73	2050	1903	230	90	470	650	387,7
Гистидин	Histidine	460	460	695	566	1020	570	34	710	693	270	250	220	230	103

Таблица 3.

Доля удовлетворения суточной потребности в витаминах при употреблении бобовых культур

Table 3.

Percentage of meeting the daily requirement for vitamins when eating legumes

Витамины Vitamins	% суточной потребности % of daily requirement							
	Горох (зерно) Peas (grain)	Горох лущеный Shelled peas	Маши Mash	Нут Chickpea	Соя (зерно) Soybeans (grain)	Фасоль (зерно) Beans (grain)	Фасоль (стручковая) Green beans	Чечевица красная (зерно) Red lentils (grain)
A	0	0	0,7	1,7	1	0	7	0,2
B ₁	54	60	41	5,3	63	33	7	33
B ₂	8	10	13	12	12	10	11	12
C	0	2	5,3	4,4	0	5	29	0
E	7	5	3,4	5,5	19	4	3	5
B ₃	33	36	11	7,7	49	32	5	28
B ₄	40	0	20	19	54	19	3,1	0
B ₅	44	46	38	32	35	24	4	24
B ₆	14	15	19	27	43	45	8	0
B ₉	4	4	156	139	50	23	9	23
H	38	39	0	0	120	1	0	0

Таблица 4.

Доля удовлетворения суточной потребности в минеральных веществах при употреблении бобовых культур

Table 4.

Percentage of meeting the daily requirement for minerals when using legumes

Минеральные вещества Mineral substances	% суточной потребности % of daily requirement							
	Горох (зерно) Peas (grain)	Горох лущеный Shelled peas	Маши Mash	Нут Chickpea	Соя (зерно) Soybeans (grain)	Фасоль (зерно) Beans (grain)	Фасоль (стручковая) Green beans	Чечевица красная (зерно) Red lentils (grain)
K	35	29	40	39	64	44	10	27
Ca	12	9	19	19	35	15	7	8
Mg	27	22	44	32	57	26	7	20
P	33	23	45	44	60	48	4	39
Na	3	2	3,1	6	0	3	0	4
Fe	49	50	33	19	69	42	8	84
I	3	0,1	0	2	5	8	0	3
Zn	27	20	22	24	17	27	2	20
Se	24	2,9	15	52	0	45	1,1	36
Cu	75	59	94	66	50	58	6,9	66
S	19	17	24	20	24	16	1,8	16
F	1	0,8	0	0	3	1	0,5	1
Cr	18	18	0	0	32	20	0	22
Si	277	277	0	307	590	307	0	267
Mn	88	35	52	107	140	67	11	60

Представленные выше данные дали основание к интенсивному развитию научных изысканий, опытно-конструкторских и опытно-производственных работ в направлении глубокой переработки зернобобовых и развития технологий производства функциональных продуктов на их основе [9, 47].

Обсуждение

Учёными «МГУПП» разработаны рецептурно-компонентные решения вареной колбасы с обезжиренной сухой люпиновой пастой, обеспечивающие сбалансированность и высокие потребительские свойства, разработан проект технической документации и проведена апробация рецептуры молочного сквашенного продукта с применением традиционной вьетнамской культуры – фасоли мунг; проанализированы потребительские характеристики разработанного продукта; обоснован срок годности [49].

Исследователями «ВГТУ» совместно с «Поволожским НИИПИПММП» для профилактики дефицита йода, разработаны рецептуры вареных колбас. Положительный эффект применения обогащенных белковых добавок растительного происхождения доказан в ходе экспериментально проведенных исследований в технологии производства мясных изделий [24]. Результаты проведенных исследований подтверждена целесообразность применения нутовой муки в качестве источника йода. Исследователями «ВГТУ» разработаны рецептурно-технологические решения рубленых полуфабрикатов функционального назначения, обогащенных органической формой йода и белком растительного происхождения [15, 26].

Сотрудниками «ПНИИПИПММП» совместно с «ВГТУ» и «РЭУ им. Г.В. Плеханова», разработана технология производства варено-копченых колбас функционального назначения. Разработанный продукт позволяет уменьшить риск возникновения йодо- и селено – дефицита, а также заболеваний, связанных с белково – энергетической недостаточностью (БЭН). Согласно рекомендациям разработчиков, внесение растительной добавки возможно не только в варено-копченые колбасы, но и в другие мясные изделия [25].

В лабораториях «ПНИИПИПММП» совместно с «ВГТУ» и «ИТМО» внедрены в производство мясной продукции функциональной направленности – мясные рулеты копчено-запеченные, с добавлением в рецептуру экструдированного нута новой селекции «Волжанин 50» в виде хумуса, в котором предварительно были

инактивированы антипитательные вещества путем замачивания семян в водном растворе пищевой добавки «глималаск», используемой в качестве дополнительного источника аминокислот [28].

Учёными «ОГАУ им. П.А. Столыпина» подтверждено, что ведение в рецептуру рубленых полуфабрикатов фасолевой муки, позволяет создать определенную структуру продукта, повысить влагоудерживающую и жирудерживающую способность фарша, а также улучшить органолептические показатели и повысить биологическую ценность комбинированных мясных изделий [39].

В ходе научных исследований проанализировано формирование и дана оценка потребительским свойствам специальных мясных изделий с использованием функциональных ингредиентов продовольственного люпина. Разработана адаптированная методика, которая позволяет определять вид и состав нерастворимых пищевых волокон оболочек люпина, повышающих потребительские свойства мясных изделий [34].

Учеными «ОТМиМП» разработана рецептура и технология производствапельменей с функциональными ингредиентами на основе нута [22].

Сотрудниками университета «ИТМО», на основе изолятов и концентратов растительных белков получены аналоги мясных и молочных изделий, комбинированных продуктов питания сложного сырьевого состава, отвечающих высоким требованиям современной диетологии [14].

Исследователями «ИнЕУ» разработана технология, позволяющая получить белковый гидролизат из нута, с использованием щадящих режимов обработки, с содержанием влаги 70–75%, приближенной к влажности мяса (для добавления в мясные продукты) и влажности творога (для использования в производстве молочно-растительных творожных масс) [21].

Учёными «ВГУИТ» исследована возможность получения молочно-растительного экстракта люпина. Повышенное содержание белка достигалось экстрагированием компонентов растительного сырья подсырной сывороткой. Полученная в результате исследований пищевая композиция применима при производстве функциональных продуктов питания [16].

Сотрудниками университета «ИТМО» разработаны рецептуры и технологии кисломолочного продукта на растительной основе, составлен проект технической документации (СТО) на производство комбинированного КМП, подана заявка на патент «Способ получения

кисломолочного продукта на растительной основе». Проведено совмещение молочного сырья различных с/х животных с сырьем растительного происхождения. Доказана возможность выработки мягких сыров без созревания из смеси молочного и зернобобового сырья. В разрабатываемую рецептуру входил растительный компонент, в виде муки из экструдированного нута. В результате исследований составлен проект технической документации на новый вид продукта.

В лабораториях «КубГТУ» разработаны рецептуры продуктов сложного сырьевого состава с семенами люпина. Учеными получен концентрат из семян люпина с высокой биологической ценностью, а также разработан способ получения концентрата люпина пастообразного, который возможно использовать как наполнитель в хлебопекарной, мясной, молочной и кондитерской отраслях промышленности [27].

Научными сотрудниками «ВГУИТ» определен технологический потенциал и определена комплексная оценка шести сортов нута Саратовской селекции. Определены критерии отбора при создании сортов нута для сбивной технологии хлебобулочных изделий. Изучено влияние различных рецептурных компонентов на структурообразование и механизм образования теста из муки нута при интенсивном перемешивании и сбивании его под действием избыточного давления воздуха. В результате исследований разработана новая технология получения муки из семян нута. Также разработаны новые технологии на 9 видов хлебобулочных и мучных кондитерских изделий из муки нута и утверждена соответствующая техническая документация.

Учеными «СПГТЭУ» разработаны и научно обоснованы рецептуры и технологии майонезов и безглютенового хлеба с использованием белковых продуктов из люпина [20].

В «ВГАУ им. императора Петра I» разработаны рецептуры и уточнены технологические режимы производства хлебобулочных изделий с применением муки цельносмолотого зерна сорго и нута, порошка семян рапсуса и моркови. В результате исследований, повысились пищевая и биологическая ценность продукции, улучшились показатели ее качества, расширился ассортимент изделий профилактического действия.

Исследователями «ГГАУ» разработана рецептура обогащенного мукой бобовых культур, хлебобулочного изделия. В результате исследований химического состава, технологических свойств, а также пищевой ценности бобовых культур, разработаны рекомендации по их применению (с учетом сортовых особенностей)

в производстве хлеба в целях повышения его пищевой ценности. Новые виды хлеба с мукой из бобовых испытаны в производственных условиях ОАО «Бесланский Хлебозавод».

Учеными сотрудниками «К-БГАУ им. В.М. Кокова» разработана технология и рецептура хлеба «Кавказский», булочки «Нальчамка» с бобовыми, адаптированных для промышленного производства; разработана и утверждена нормативная документация на производство пектина из створок злѐного горошка, новые виды хлебной продукции.

Разработаны рекомендации повышения усвоения белого хлеба организмом человека и улучшения питательных свойств, при введении фасоловой муки (в основном из белых сортов) в количестве 10–15% в состав обыкновенной муки. Хлеб такой рецептуры широко используется в питании детей, так как содержание белка выше, чем в традиционном хлебе на 2–3%, а также хлеб имеет улучшенные органолептические показатели [35, 45, 49].

Разработаны методы изготовления функциональных хлебобулочных изделий, в которых применяли гороховую створку, полученную высушиванием в температурном режиме 50–60° С с минимальным показателем влажности 14–15%, измельчением в диапазоне величины частиц не более 20 – 30 мкм [36].

В лабораториях «ФЦОБиКЗиПП» получены смеси на основе пшеничной муки и муки из люпина и проведен сравнительный анализ их показателей. В результате исследований изучены изменения количественного содержания аминокислот при условии добавления люпиновой муки в различном количестве. Исследован аминокислотный состав смеси муки из пшеницы и из люпина, изучено влияние добавок люпиновой муки на реологические свойства теста. При замене от 5–20% пшеничной муки на люпиновую, наблюдается понижение упругости клейковины кондитерского теста, что обеспечивает возможность уменьшения продолжительности времени замеса в 1,5–2 раза [60]. В результате научных исследований получены данные о реологических свойствах теста с люпиновой мукой, подтверждено положительное влияние муки из люпина на показатели качества готовых изделий.

Установлено, что внесение в булочные изделия до 5% муки сои приводит к увеличению количества белков на 1,6%. Белки положительно влияют на показатели качества теста, увеличивают прочность клейковины, газообразующие свойства теста, улучшают внешний вид и прочность поверхности изделий, а также увеличивают срок годности [5].

Сотрудниками «МГУПП» с использованием семян бобовых культур разработаны рецептурно-технологические решения и технологии хлебобулочных изделий и выпеченных полуфабрикатов (бисквитных, песочных и др.). Разработаны рецептуры и технологии приготовления отделочных полуфабрикатов и начинок функционального действия. В разработанной продукции установлено высокое содержание белка и пищевых волокон в сравнительной характеристике с другими полуфабрикатами. Рекомендовано применение ИК-обработанного (нагрев инфракрасным излучением) нута в приготовлении воздушного полуфабриката, семян бобовых, подвергнутых ГТО (гидротермической обработке) – для начинок мучных кулинарных и кондитерских изделий.

Разработан метод приготовления кремовой массы, в производстве которого используют сахаро-крупяную смесь, приготовленную из крупы бобовых, сваренную до рассыпчатой консистенции. После охлаждения в полученную кашу добавляют сахар в соотношении 1:1, затем нагревают с последующим добавлением маргарина или сливочного масла [33, 41].

Разработана технология производства крема для кондитерских изделий из гороха. Горох подвергают термической обработке до приготовления в кипящем молоке или в сочетании молока с водой. В измельченную смесь из гороха и молока вносят сахар и кислоту лимонную, взбивают, добавляя сливочное масло и ароматизаторы до получения кремовой консистенции [32].

Сотрудниками «СПбПУ Петра Великого» приведены результаты исследования органолептических и физико-химических свойств экспериментальных образцов безглютеновых кондитерских изделий. Показано, что полная замена традиционного сырья в рецептурах бисквитных полуфабрикатов смесью чечевичной муки и рисовой муки в соотношении 1:1 приводит к улучшению органолептических показателей разрабатываемых полуфабрикатов. Полученные мучные кондитерские изделия рекомендуется использовать в диетическом питании [29].

В «ВГАУ им. императора Петра I» в сотрудничестве с «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева», математическими методами планирования эксперимента разработано и оптимизировано рецептурно-технологическое решение сдобного печенья, на основе муки тритикалевой обдирной и муки проростков семян нута. Разработанный вид печенья рекомендован к внедрению пищевым предприятиям [30].

В лабораториях «МГУПП» установлено, что образцы белой продовольственной фасоли по органолептическим показателям, полноценности химического состава и пищевой ценности наиболее подходят для получения муки.

Для улучшения органолептических показателей и инактивации антипитательных веществ фасоловой муки рекомендованы режимы гидротермической обработки семян перед помолом. Односортная фасоловая мука отличается пониженной влажностью, повышенной ферментной активностью, увеличенной зольностью и кислотностью, а также отсутствием клейковины и преобладанием водорастворимых белков. Замена 10–15% пшеничной на фасоловую муку усиливает упругие свойства клейковины теста, а использование фасоловой муки вместо 25–50% яйцепродуктов повышает стойкость пены и улучшает стабильность эмульсии. Рекомендовано применение односортной фасоловой муки для изготовления бисквитного и песочного полуфабрикатов [31].

Разработаны рецептуры бисквитного теста, в которых 50% муки и сахара заменяют на люпиновую муку. Установлено, что при добавлении в тесто люпиновой муки, оно приобретает желтоватый оттенок и не имеет запаха. Выявлено положительное влияние муки люпина на пенообразующие свойства и устойчивость пены в системе «сахар – яичный белок», которая даёт возможность получить более качественное тесто для приготовления кексов, бисквитов [39]. При замене от 5–20% пшеничной муки на люпиновую, наблюдается понижение упругости клейковины кондитерского теста, что обеспечивает возможность уменьшения продолжительности времени замеса в 1,5–2 раза. Основным недостатком, лимитирующим использование люпина, является присутствие в его химическом составе алкалоидов, дающих горечь. Продукты переработки люпина применяются при производстве безглютенового хлеба [38].

Исследователями «КГТУ» разработан модифицированный растительный функциональный пищевой ингредиент из семян маша. Разработанная рецептура овощного консервированного салата функционального назначения, с применением модифицированных семян маша, технология запатентована.

Учёными «БИТИ» разработана технология производства майонеза с использованием белкового изолята, полученного из маша, проанализированы и изучены свойства белкового изолята [17].

Научными сотрудниками «СГТУ им. Гагарина Ю.Л.» разработана комплексная технология переработки зерна нута. В результате исследований получены ингредиенты для получения продуктов здорового питания: нутовая мука, белковый изолят из зерна нута, выделен крахмал и пищевые волокна. В результате исследований в качестве дополнительных продуктов глубокой переработки нута получены нутовое масло и кормовые продукты.

Разработан способ получения пастообразного белкового концентрата из люпина, обладающего повышенной биологической ценностью. Полученный концентрат применим в качестве наполнителя в различных областях пищевой промышленности. При использовании люпина увеличивается энергетическая составляющая блюда и кулинарных продуктов посредством повышения содержания белков и других элементов [37]. Белки люпина также нашли успешное применение в технологиях эмульгированных пищевых систем. Исследователями ООО «Флоттбег Москау» проведён поиск альтернативных источников белка и оптимизация технологий с учетом возрастающих требований к качеству продукции и безопасности производства. Проанализировано практическое применение люпинового белка в пищевой промышленности [19].

Заключение

Согласно результатам обзора, очевидна перспективность использования зернобобовых культур в разработке современных рецептурно-технологических решений и технологий получения функциональных продуктов питания с заданными свойствами в различных отраслях пищевой промышленности, по степени активности исследований зернобобовые располагаются в следующем порядке – соя, горох, фасоль, чечевица, нут, маш, люпин.

Моделирование рецептурных смесей пищевых продуктов, как общего, так и функционального назначения с использованием бобовых культур, имеет широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности. Оптимизационные задачи разработки мясных, молочных, кондитерских, хлебных продуктов, соусов, кулинарных изделий решаются по целевым критериям: химическому, минеральному, витаминному, аминокислотному составам, энергетической ценности, функционально-технологическим показателями – влагоудерживающей, влагосвязывающей способности, реологическим свойствам, структурно-механическим показателям, пенообразующей способности, устойчивости при хранении.

Основной акцент и повышенное внимание на сегодняшний день, уделяется вопросам проектирования комбинированных продуктов питания на основе создания рациональных рецептур с заданными свойствами, обеспечивающих задаваемый уровень адекватности на основе частичной или полной замены традиционного сырья продуктами глубокой переработки зернобобовых.

Получение из зернобобовых полупродуктов и продуктов с заданным составом по макро- и микронутриентам, с определенными физико-химическими и функциональными характеристиками основано на применении ферментативного катализа, биотрансформации, инфракрасного облучения, механоактивации, физических и химических методов воздействия, описанных вышеперечисленными учеными.

Литература

- 1 Зернобобовые России. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Москва, 2017. URL: <http://www.fao.org/3/a-i7136r.pdf>
- 2 Мировой рынок бобовых культур. МНИАП. URL: <http://xn-80aplem.xn-p1ai/analytics/Mirovoj-rynok-bobovyh-kultur/>
- 3 Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2025 года и на перспективу до 2035 года. URL: <https://mcs.gov.ru/upload/iblock/04c/04c91c2c72fbd773540ec908f9410edd.pdf>
- 4 Патшина М.В. Некоторые аспекты использования комбинации белковых препаратов в мясных продуктах // Инновационная наука. Сельскохозяйственные науки. 2015. № 8. С. 85–86.
- 5 Прогноз развития рынка сои в сезоне 2020/21: Россия и мир. URL: <https://specagro.ru/news/202006/rynok-soi-rossiya-i-mir>
- 6 Производство нута в России увеличилось в 10 раз. URL: <https://www.oilworld.ru/analytics/localmarket/284023>
- 7 Альтернатива сое: к 2020 году Россия сможет производить свыше 5 млн т люпина. URL: http://soyaneews.info/news/alternativa_soe_k_2020_godu_rossiya_smozhet_proizvodit_svyzhe_5 mln_t_lyupina.html
- 8 Срочно в меню: ТОП-5 бобовых. URL: <https://foodandmood.com.ua/rid/food/715135-top-5-samykh-poleznykh-bobovykh>
- 9 Пат. № 1741730, RU, A23J1/14. Способ получения белка из растительного сырья / Крылова В.Б., Ступин В.Э.; заявитель и патентообладатель: Воронежский технологический институт и Московский мясокомбинат. № 4879083/13; Заявл. 01.11.90; Опубл. 23.06.92, Бюл. № 23.
- 10 Манжесов В.И. Перспективы использования бобов фасоли для получения белковых концентратов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2011. № 8. С. 65–65.
- 11 Хрулев А.А., Бесчетникова Н.А. Белок из люпина: технологии, применение, перспективы. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/belok-iz-lyupina-tehnologii-primenenie-perspektivy>
- 12 Скурихин И.М. Химический состав пищевых продуктов. ДеЛи принт, 2002.
- 13 Польза и вред бобовых. URL: https://www.edimdoma.ru/jivem_doma/posts/17929-polza-i-vred-bobovyh
- 14 Ашуров Ф.Н., Махмудов К.Ю., Мажидов К.Х., Рахимов М.Н. Майонезы на основе белковых изолятов из маша // Хранение и переработка сельхозсырья. 2014. № 2. С. 52–55.
- 15 Горлов И.Ф., Нелепов Ю.Н., Сложенкина М.И., Коровина Е.Ю. и др. Разработка новых функциональных продуктов на основе использования пророщенного нута // Все о мясе. 2014. № 1.
- 16 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.
- 17 Ашуров Ф.Н., Махмудов К.Ю., Мажидов К.Х., Рахимов М.Н. Майонезы на основе белковых изолятов из маша // Хранение и переработка сельхозсырья. 2014. № 2. С. 52–55.
- 18 Рыжкова Т.А., Третьяков М.Ю., Чулков А.Н. Влияние добавок муки из люпина на биологическую ценность и структурно-механические свойства пшеничного теста // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. № 1 (13). С. 67–70.
- 19 Хрулев А.А., Бесчетникова Н.А. Белок из люпина: технологии, применение, перспективы // Пищевая промышленность. 2015. № 12. С. 63–65.
- 20 Красильников В.Н., Мехтиев В.С., Тимошенко Ю.А. Люпин: создание продуктов питания функционального назначения, вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны // Хранение и переработка сельхозсырья. 2015. № 8.
- 21 Камербаев А.Ю., Свидерская Д.С., Абраменко А.П. Разработка технологии получения белкового гидролизата из нута // Пищевая промышленность. 2016. № 3. С. 41–43.

- 22 Лобов А.В., Баранова А.С., Савельева Ю.С. Разработка полуфабрикатов в тесте с применением зернобобовой культуры нут // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2016. С. 1–4.
- 23 Даниленко Н.В., Левковская Е.В. Актуальность использования экстракта пажитника в технологии мясных хлебов // Актуальные направления инновационного развития животноводства и современные технологии производства продуктов питания: материалы международной научно-практической конференции. 2016. С. 151–153.
- 24 Курышев О., Мосолова Н.И., Горлов И.Ф., Даниелян И.С. О Совершенствовании технологии производства изделий колбасных вареных с использованием растительного сырья // Известия. 2017. № 3 (47).
- 25 Данилов Ю.Д., Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Злобина Е.Ю. и др. Изучение возможности использования экструдированных нута и пшеницы в технологии колбасных изделий повышенной биологической ценности // Известия. 2018. № 2 (50).
- 26 Актуальность использования нута на пищевые цели 2018 г. URL: <http://hipzmag.com/nauchnyj-sovet/aktualnost-ispolzovaniya-nuta-na-pishhevye-tseli/>
- 27 Тарасенко Н.А., Никонович Ю.Н., Михайленко М.В., Ершова Н.П. Порошок из семян люпина – перспективный белковый обогатитель продуктов питания // Научный журнал КубГАУ. 2018.
- 28 Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Данилов Ю.Д., Семенова И.А. и др. Использование нового пищевого ингредиента в производстве мясных продуктов функционального назначения // Известия. 2018. № 4 (52).
- 29 Панкина И.А., Белокурова Е.С., Ерзикова М.О. Использование семян чечевицы при создании пищевых продуктов для диетического питания // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2018. № 2. С. 34–38.
- 30 Тертычная Т.Н., Мажулина И.В., Горбунова Е.А., Синельникова О.В. Натуральные биологически активные добавки в производстве сдобного печенья // Известия ТСХА. 2019. № 1. С. 127–135.
- 31 Рукшан Л.В., Новожилова Е.С. Оценка технологических свойств муки из фасоли отдельных сортов применительно к технологии мучных кондитерских изделий // Вестник Могилевского Государственного университета продовольствия. 2019. № 1 (26). С. 11–23.
- 32 Гатько Н.Н., Варламова А.Г. Использование соевой муки в приготовлении сдобных хлебобулочных изделий // Известия вузов. Пищевая технология. 2009. № 1. С. 72–74.
- 33 Мусина О., Шулубаева М., Боржояков П., Коновалов К. Использование бобовых и зерновых культур в молочной промышленности // Food market news. URL: <https://sfera.fm/articles/myasnaya-ispolzovanie-bobovykh-i-zemovykh-kulturn-v-molochnoi-promyshlennosti>
- 34 Устинова А.В., Белякина Н.Е. Функциональные продукты питания на мясной основе // Всё о мясе. 2010. № 3. С. 4–7.
- 35 Чижикова О.Г., Коршенко Л.О., Суховарова М.А., Исаков А.В. Разработка ассортимента хлеба пшеничного с добавлением семян фасоли // Вестник евразийской науки. 2015. Т. 7. №. 3 (28).
- 36 Шелепина Н.В. Использование продуктов переработки зерна гороха в пищевых технологиях // Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология. 2016. №. 4 (19).
- 37 Василенко З.В., Швабров О.В., Макашина О.Н., Омарова Э.М. Добавки из люпина – компонент пищевых продуктов // Технические приемы и методика пищевых производств: тезис. доклад. Международной научно – технической конференции. 2005. С. 107–108.
- 38 Василенко З.В., Никулина И.В., Еловая О.Н. Изучение возможности изготовления продуктов из бисквитного теста с добавкой из порошка люпина // Технические приемы и методика пищевых производств: тезис. доклад международной научно-технической конференции. 2005. С. 98–122.
- 39 Новожилова Е.С., Логовская В.П. Мучные продукты питания с использованием люпина // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. междунар. науч.-технич. конф. Могилев: Издательский центр БГУ, 2005. С. 130–131.
- 40 Музалевская Р.С., Батурина Н.А. Особенности и пищевая значимость булочных продуктов с добавками зерен бобовых растений // Потребительская ярмарка: особенности и защищенность продуктов и услуг: материал. международной. научно.-практической. конференции. Орел, 2002. С. 110–112.
- 41 Артёмов Е.Н., Царёва Н.И. Творожные десерты с естественными пенообразователями и стабилизаторами // Легкая пищевая индустрия. 2003. № 3–4. С. 46–49.
- 42 О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. 254 с. URL: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=12053
- 43 О мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов, развитию производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения: Постановление от 14.06.2013 № 31. URL: <http://www.rg.ru/2013/09/18/onishenko-dok.html>
- 44 Тутьельян В.Г., Онищенко Г.Г. Государственная политика здорового питания населения: задачи и пути реализации на региональном уровне. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 288 с.
- 45 Абдулхамид А.М., Шамкова Т.Н., Брославец М.А. Перспективы использования бобового сырья в производстве хлебобулочных и мучных кулинарных изделий // Региональный рынок потребительских товаров и продовольственная безопасность в условиях Сибири и Арктики: материалы VIII Международной научно-практической онлайн-конференции. 2019. С. 45–48.
- 46 Щетилина И.П., Сандракова Н.А., Чичкань Д.С., Шевченко А.А. Оценка тенденций и перспектив развития рынка общественного питания Центрально-Черноземного экономического района России // Экономика и предпринимательство. 2020. № 5 (118). С. 409–420.
- 47 Родионова Н.С., Полянский К.К., Попов Е.С., Дьяков А.А. Инновационные технологии производства кондитерских изделий на основе растительных биоресурсов // Инновационное предпринимательство: теория и практика: сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2019. С. 176–179.
- 48 Abu-Salem F.M., Abou-Arab E.A. Physico-chemical properties of tempeh produced from chickpea seeds // J. of American Science. 2011. V. 7. № 7. P. 107–118.
- 49 Alonso R., Aguirre A., Marzo F. Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans // Food Chem. 2000. V.68. P. 159–165.
- 50 Anton A.A., Ross K.A., Lukow O.M. Influence of added bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.) on some physical and nutritional properties of wheat flour tortillas // Food Chem. 2008. V.109. P. 33–41.
- 51 Cardador-Martinez A., Loacara-Pina G., Oomah B.D. Antioxidant Activity in Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) // Agric. and Food Chem. 2002. V. 50. № 24. P. 6975–6980.

References

- 1 Legumes of Russia. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Moscow, 2017. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i7136r.pdf> (in Russian).
- 2 World market of legumes. MNIAP. Available at: <http://xn80aplem.xn-p1ai/analytics/Mirovoj-rynok-bobovykh-kulturn/> (in Russian).
- 3 Long-term strategy for the development of the grain complex of the Russian Federation until 2025 and for the future until 2035. Available at: <https://mex.gov.ru/upload/iblock/04c/04c91c2c72fbd773540ec908f9410edd.pdf> (in Russian).
- 4 Patshina M.V. Some aspects of using a combination of protein preparations in meat products. Innovative Science. Agricultural sciences. 2015. no. 8. pp. 85–86. (in Russian).
- 5 Forecast of the development of the soybean market in the season 2020/21: Russia and the world. Available at: <https://specagro.ru/news/202006/rynok-soi-rossiya-i-mir> (in Russian).
- 6 Chickpea production in Russia has increased 10 times. Available at: <https://www.oilworld.ru/analytics/localmarket/284023> (in Russian).
- 7 Alternative to soybeans: by 2020 Russia will be able to produce over 5 million tons of lupine. Available at: <http://soyaneews.info/news/alternativa-soe-k-2020-godu-rossiya-smozhet-proizvodit-svysh-5-mln-t-lyupina.html> (in Russian).
- 8 Urgently on the menu: TOP 5 legumes. Available at: <https://foodandmood.com.ua/tid/food/715135-top-5-samykh-poleznykh-bobovykh> (in Russian).
- 9 Krylova V.B., Stupin V.E. Method of obtaining protein from vegetable raw materials. Patent RF, no. 1741730, 1992. (in Russian).
- 10 Manzhesov V.I. Prospects for the use of beans for obtaining protein concentrates. Storage and processing of agricultural raw materials. 2011. no. 8. pp. 65–65. (in Russian).

- 11 Khrulev A.A., Beschtnikova N.A. Lupine protein: technologies, applications, prospects. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/belok-iz-lyupina-tehnologii-primenenie-perspektivy> (in Russian).
- 12 Skurikhin I.M. The chemical composition of food. DeLi print, 2002. (in Russian).
- 13 The benefits and harms of legumes. Available at: https://www.edimdoma.ru/jivem_doma/posts/17929-polza-i-vred-bobovykh (in Russian).
- 14 Ashurov F.N., Makhmudov K.Yu., Mazhidov K.Kh., Rakhimov M.N. Mayonnaise based on protein isolates from mung bean. Storage and processing of agricultural raw materials. 2014. no. 2. pp. 52–55. (in Russian).
- 15 Gorlov I.F., Nelepov Yu.N., Slozhenkina M.I., Korovina E.Yu. and others. Development of new functional products based on the use of sprouted chickpeas. All about meat. 2014. no. 1. (in Russian).
- 16 Melnikova E.I., Bogdanova E.V., Burtseva M.I., Ivanov S.S. Milk-vegetable extract of lupine - raw material for functional food products. Food Industry. 2014. no. 5. pp. 70–72. (in Russian).
- 17 Ashurov F.N., Makhmudov K.Yu., Mazhidov K.Kh., Rakhimov M.N. Mayonnaise based on protein isolates from mung bean. Storage and processing of agricultural raw materials. 2014. no. 2. pp. 52–55. (in Russian).
- 18 Ryzhkova T.A., Tretyakov M.Yu., Chulkov A.N. Influence of lupine flour additives on biological value and structural and mechanical properties of wheat dough. Grain legumes and cereals. 2015. no. 1 (13). pp. 67–70. (in Russian).
- 19 Khrulev A.A., Beschtnikova N.A. Protein from lupine: technologies, applications, prospects. Food industry. 2015. no. 12. pp. 63–65. (in Russian).
- 20 Krasilnikov V.N., Mekhtiev V.S., Markina V.Yu., Timoshenko Yu.A. Lupine: creation of functional food products, contribution to ensuring food security of the country. Storage and processing of agricultural raw materials. 2015. no. 8. (in Russian).
- 21 Kamerbaev A.Yu., Sviderskaya D.S., Abramenko A.P. Development of technology for obtaining protein hydrolyzate from chickpea. Food industry. 2016. no. 3. pp. 41–43. (in Russian).
- 22 Lobov A.V., Baranova A.S., Savelyeva Yu.S. Development of semi-finished products in dough using chickpea legumes. Electronic scientific and methodological journal of Omsk State Agrarian University. 2016. pp. 1–4. (in Russian).
- 23 Danilenko N.V., Levkovskaya E.V. The relevance of the use of fenugreek extract in the technology of meat loaves. Actual directions of innovative development of animal husbandry and modern technologies for food production: materials of the international scientific and practical conference. 2016. pp. 151–153. (in Russian).
- 24 Kuryshv O., Mosolova N.I., Gorlov I.F., Danielyan I.S. About Improvement of the technology of production of cooked sausage products using vegetable raw materials. Izvestia. 2017. no. 3 (47). (in Russian).
- 25 Danilov Yu.D., Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Zlobina E.Yu. et al. Study of the possibility of using extruded chickpeas and wheat in the technology of sausages of increased biological value. Izvestia. 2018. no. 2 (50). (in Russian).
- 26 Relevance of the use of chickpeas for food purposes in 2018. Available at: <http://hipzmag.com/nauchnyj-sovet/aktualnost-ispolzovaniya-nuta-na-pishhevye-tseli/> (in Russian).
- 27 Tarasenko N.A., Nikonovich Yu.N., Mikhailenko M.V., Ershova N.P. Lupine seed powder is a promising protein fortifier of food products. Scientific journal KubGau. 2018. (in Russian).
- 28 Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Danilov Yu.D., Semenova I.A. et al. The use of a new food ingredient in the production of functional meat products. Izvestia. 2018. no. 4 (52). (in Russian).
- 29 Pankina I.A., Belokurova E.S., Erzikova M.O. The use of lentil seeds in the creation of food products for dietary nutrition. XXI century: Results of the past and problems of the present plus. 2018. no. 2. pp. 34–38. (in Russian).
- 30 Tertychnaya T.N., Mazhulina I.V., Gorbunova E.A., Sinelnikova O.V. Natural biologically active additives in the production of butter biscuits. Izvestiya TSKhA. 2019. no. 1. pp. 127–135. (in Russian).
- 31 Rukshan L.V., Novozhilova E.S. Assessment of the technological properties of flour from beans of certain varieties in relation to the technology of flour confectionery products. Bulletin of the Mogilev State University of Food. 2019. no. 1 (26). pp. 11–23. (in Russian).
- 32 Gatko N.N., Varlamova A.G. The use of soy flour in the preparation of rich bakery products. Izvestiya vuzov. Food technology. 2009. no. 1. pp. 72–74. (in Russian).
- 33 Musina O., Shulbaeva M., Borgoyakov P., Konovalov K. Use of legumes and grain crops in the dairy industry. Food market news. Available at: <https://sfera.fm/articles/myasnaya/ispolzovanie-bobovykh-i-zernovykh-kultur-v-molochnoi-promyshlennosti> (in Russian).
- 34 Ustinova A.V., Belyakina N.E. Functional meat-based food products. All about meat. 2010. no. 3. pp. 4–7. (in Russian).
- 35 Chizhikova O.G., Korshenko L.O., Sukhovarova M.A., Isakov A.V. Development of an assortment of wheat bread with the addition of beans seeds. Bulletin of Eurasian Science. 2015. vol. 7. no. 3 (28). (in Russian).
- 36 Shelepina N.V. The use of pea grain processing products in food technologies. Izvestiya VUZov. Applied chemistry and biotechnology. 2016. no. 4 (19). (in Russian).
- 37 Vasilenko Z.V., Shvabrov O.V., Makasina O.N., Omarova E.M. Lupine additives - a component of food products. Techniques and methods of food production: thesis. report. International Scientific and Technical Conference. 2005. pp. 107–108. (in Russian).
- 38 Vasilenko Z.V., Nikulina I.V., Elovaya O.N. Study of the possibility of making products from biscuit dough with the addition of lupine puree. Techniques and methods of food production: thesis. report of the international scientific and technical conference. 2005. pp. 98–122. (in Russian).
- 39 Novozhilova E.S., Logovskaya V.P. Flour food products using lupine. Technics and technology of food production: abstracts. report int. scientific and technical conf. Mogilev, BSU Publishing Center, 2005. pp. 130–131. (in Russian).
- 40 Muzalevskaya R.S., Baturina N.A. Peculiarity and nutritional value of bakery products with additives of leguminous plants. Consumer fair: peculiarity and products and services: material. international. scientific and practical. conferences. Orel, 2002. pp. 110–112. (in Russian).
- 41 Artyomova E.N., Tsareva N.I. Curd desserts with natural foaming agents and stabilizers. Light food industry. 2003. no. 3–4. pp. 46–49. (in Russian).
- 42 On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2018: State report. Moscow: Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Welfare, 2018. 254 p. Available at: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=12053 (in Russian).
- 43 On measures for the prevention of diseases caused by micronutrient deficiencies, the development of production of functional and specialized food products: Resolution No. 31 dated June 14, 2013. Available at: <http://www.rg.ru/2013/09/18/onishenko-dok.html> (in Russian).
- 44 Tutelyan V.G., Onishchenko G.G. State policy of healthy nutrition of the population: tasks and ways of implementation at the regional level. Moscow, GEOTAR-Media, 2009. 288 p. (in Russian).
- 45 Abdulkhamid A.M., Shamkova T.N., Broslavets M.A. Prospects for the use of raw legumes in the production of bakery and flour culinary products. Regional consumer goods market and food security in Siberia and the Arctic: materials of the VIII International scientific and practical online conference. 2019. pp. 45–48. (in Russian).
- 46 Shchetilina I.P., Sandrakova N.A., Chichkan D.S., Shevchenko A.A. Assessment of trends and prospects for the development of the public catering market of the Central Black Earth Economic Region of Russia. Economy and Entrepreneurship. 2020. no. 5 (118). pp. 409–420. (in Russian).
- 47 Rodionova N.S., Polyansky K.K., Popov E.S., Dyakov A.A. Innovative technologies for the production of confectionery products based on plant biological resources. Innovative entrepreneurship: theory and practice: collection of materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference. 2019. pp. 176–179. (in Russian).
- 48 Abu-Salem F.M., Abou-Arab E.A. Physico-chemical properties of tempeh produced from chickpea seeds. J. of American Science. 2011. vol. 7. no. 7. pp. 107–118.
- 49 Alonso R., Aguirre A., Marzo F. Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. Food Chem. 2000. vol. 68. pp. 159–165.
- 50 Anton A.A., Ross K.A., Lukow O.M. Influence of added bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.) on some physical and nutritional properties of wheat flour tortillas. Food Chem. 2008. vol. 109. pp. 33–41.
- 51 Cardador-Martinez A., Loacra-Pina G., Oomah B.D. Antioxidant Activity in Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Agric. and Food Chem. 2002. vol. 50. no. 24. pp. 6975–6980.

Сведения об авторах

Наталья С. Родионова д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, rodionovast@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6940-7998>

Ирина П. Щетилина к.т.н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Irina.Shchetilina@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2462-1480>

Кристина Г. Короткова студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kristina.druzhinina.98@mail.ru

Владимир А. Шолин студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, daztergritch@gmail.com

Наталья С. Черкасова студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Cherkasovanatalia3456@mail.ru

Армине О. Торосян студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, armine.torosyan.98@mail.ru

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Natalia S. Rodionova Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, rodionovast@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6940-7998>

Irina P. Shchetilina Cand. Sci. (Engin.), associate, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Irina.Shchetilina@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2462-1480>

Kristina G. Korotkova student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kristina.druzhinina.98@mail.ru

Vladimir A. Cholin student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, daztergritch@gmail.com

Natalia S. Cherkasova student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Cherkasovanatalia3456@mail.ru

Armine O. Torosyan student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, armine.torosyan.98@mail.ru

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 14/07/2020	После редакции 23/07/2020	Принята в печать 31/07/2020
Received 14/07/2020	Accepted in revised 23/07/2020	Accepted 31/07/2020

Исследование потребительских предпочтений при производстве биоактивных паштетов для питания беременных женщин

Татьяна В. Алексеева	¹	zyablova@mail.ru	 0000-0001-8035-7293
Елена Н. Артемова	²	helen-1959@ya.ru	 0000-0002-7203-4475
Елена В. Белокурова	¹	zvezdamal@mail.ru	 0000-0002-1955-8376
Дарья И. Потапова	¹	potapova1998@gmail.ru	
Ольга А. Гусева	¹	Guseva15o.lga@bk.ru	
Ирина А. Шерстяных	¹	irinascherstyan@mail.ru	

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

² Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, ул. Комсомольская, 95, г. Орел, 302026, Россия

Аннотация. В статье обсуждаются вопросы востребованности на потребительском рынке товарных продуктовых линеек для беременных женщин. Объектами исследований выступали беременные и планирующие беременность женщины. В социально-демографические данные респондентов входили: возраст; занятость; физическая активность. В процессе работы было проведено одномоментное поперечное исследование. Первый блок включал вопросы о режиме питания респондентов. Во втором блоке содержались вопросы об объеме и составе пищи. Ответы на вопросы третьего блока позволяли дать предположительную оценку о востребованности обогащенных изделий лечебно-профилактической направленности. Авторами разработана рецептура и технология производства обогащающей добавки. Получен ассортимент паштетов для питания женщин в период беременности, обогащенных биоактивной добавкой. В работе представлены сведения по удовлетворению суточной потребности организма в соответствии с нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах. В процессе работы последовательно проводился анализ маркетингового потенциала продукции с биоактивной добавкой. В результате работы были установлены следующие сведения. Основная масса опрошенных респондентов не получает в повседневных рационах питания жизненно необходимых алиментарных веществ и готова их дополнительно приобретать. Предлагаемая товарная линейка паштетов лечебно-профилактической направленности откорректирует нарушения гомеостаза организма и будет пользоваться спросом у женщин в период беременности. Рост цены на разработанную готовую продукцию не выходит за рамки покупательской способности целевой аудитории. Проведенное исследование позволяет сделать заключение, что применение обогащающей добавки для производства биоактивных мясных изделий для питания беременных экономически эффективно.

Ключевые слова: питание, беременные женщины, паштеты, потребительские предпочтения, биоактивная добавка

Research of consumer preferences in the production of bioactive pates for nutrition of pregnant women

Tatyana V. Alekseeva	¹	zyablova@mail.ru	 0000-0001-8035-7293
Elena N. Artemova	²	helen-1959@ya.ru	 0000-0002-7203-4475
Elena V. Belokurova	¹	zvezdamal@mail.ru	 0000-0002-1955-8376
Dariya I. Potapova	¹	potapova1998@gmail.ru	
Olga A. Guseva	¹	Guseva15o.lga@bk.ru	
Irina A. Sherstyaniyh	¹	irinascherstyan@mail.ru	

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

² Oryol State University named after I.S. Turgenev, Komsomolskaya str., 95, g. Orel, 302026, Russia

Abstract. The article discusses the demand for product lines for pregnant women in the consumer market. The objects of research were pregnant women and women planning to become pregnant. The socio-demographic data of the respondents included: age; employment; physical activity. In the process of work, a one-stage cross-sectional study was carried out. The first block included questions about the respondents' diet. The second block contained questions about the volume and composition of food. The answers to the questions of the third block made it possible to give a tentative assessment of the demand for enriched products of a therapeutic and prophylactic orientation. The authors have developed a recipe and technology for the production of an enrichment additive. An assortment of pates for nutrition of women during pregnancy, enriched with a bioactive additive, was obtained. The paper presents information on satisfying the daily needs of the body in accordance with the norms of physiological needs for energy and nutrients. In the course of the work, the marketing potential of products with bioactive additives was consistently analyzed. As a result of the work, the following information was established. The bulk of the respondents do not receive additional vital nutrients in their daily diets and are ready to purchase them additionally. The offered product line of pates of a therapeutic and prophylactic orientation will correct disorders of the body's homeostasis and will be in demand among women during pregnancy. The increase in the price of developed finished products does not go beyond the purchasing power of the target audience. The conducted research allows us to conclude that the use of an enrichment additive for the production of bioactive meat products for the nutrition of pregnant women is cost effective.

Keywords: nutrition, pregnant women, pates, consumer preferences, bioactive additive

Для цитирования

Алексеева Т.В., Артемова Е.Н., Белокурова Е.В., Потапова Д.И., Гусева О.А., Шерстяных И.А. Исследование потребительских предпочтений при производстве биоактивных паштетов для питания беременных женщин // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 164-169. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-164-169

For citation

Alekseeva T.V., Artemova E.N., Belokurova E.V., Potapova D.I., Guseva O.A., Sherstyaniyh I.A. Research of consumer preferences in the production of bioactive pates for nutrition of pregnant women. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 164–169. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-164-169

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

В настоящий момент в отрасли питания все большее место занимают продовольственные товарные линейки, направленные на конкретные группы потребителей. Ввиду присутствия на потребительском рынке широкого ассортимента продукции покупатели стали очень разборчивы и требовательны к качеству товаров. В условиях жесткой конкуренции среди производителей все большее место отводится привлечению новых натуральных источников сырья для изготовления пищевой продукции [1–5]. Статья посвящена производству продуктов питания для беременных женщин. По результатам мониторинга федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по России вызывают тревогу данные о распространенности дефицита широкого спектра нутриентов в различных регионах России у беременных и кормящих женщин, более чем у 70% новорожденных наблюдаются различные отклонения в состоянии здоровья. Правильная организация питания женщин в период беременности является одним из существенных условий нормального течения беременности, обеспечения адекватного роста и развития плода, поддержания здоровья беременной женщины, рождения здорового ребенка, а в последующем поддержания полноценной и длительной лактации. Неправильное питание может являться одним из факторов, способствующих развитию анемий, гестозов и фетоплацентарной недостаточности, которая нередко является причиной перинатальной патологии [6–7]. Поэтому представляется весьма актуальным создание товарных линеек продукции для питания женщин в период беременности, что согласуется с основами государственной политики РФ в секторе здорового питания населения и Комплексной программой развития биотехнологий в РФ на период 2020 года. В условиях рыночной экономики важной составляющей процесса создания товара является не только обеспечение соответствующих органолептических свойств готовой продукции лечебно-профилактического действия, но и изучение степени ее востребованности на рынке, определение размера потенциального спроса и выявление портрета целевой аудитории, что, в определенной степени, является результатом проведения маркетинговых исследований [8–10].

Материалы и методы

Объектами исследований выступали беременные и планирующие беременность женщины. Участвующие в исследовании женщинам после приема у врача предлагалось заполнить анкету.

Анкетирование проводилось в женских консультациях города Воронежа, в эксперименте приняло участие 1050 респондентов. В социально-демографические данные респондентов входили: возраст (18–23 года, 24–33 года, 33 и старше); занятость (работающие, работающие удаленно, неработающие и домохозяйки); физическая активность (активный образ жизни, малоподвижный, сидячий и неподвижный).

В процессе работы было проведено одномоментное поперечное исследование, разработанная нами анкета включала в себя 3 блока по 5 вопросов. Первый блок включал вопросы о режиме питания респондентов. Во втором блоке содержались вопросы об объеме и составе пищи, употребляемой опрошиваемыми в течение дня. Ответы на вопросы третьего блока позволяли дать предположительную оценку о востребованности обогащенных изделий лечебно-профилактической направленности для анализируемого круга лиц. Статистическая обработка данных проводилась при помощи пакета прикладных программ Microsoft Office и системы для статистического анализа данных Statistica 6.1.478 [11–13].

Математическое представление расчета оптимального уровня цены на обогащенные паштеты рассчитывали по следующей формуле:

$$C = L + S, \quad (1)$$

где C – оптимальный уровень цены на новые изделия, rubli; L – цена изделия, изготовленного по традиционной рецептуре, rubli; S – возможный прирост цены, основанный на результатах маркетингового исследования, rubli.

Функциональная зависимость результатов маркетингового исследования, позволяющая определить потенциальную емкость рынка, представлена ниже:

$$F = C \cdot P \cdot W, \quad (2)$$

где F – потенциальная емкость рынка, rubli; C – оптимальный уровень цены на новые функциональные изделия, rubli; P – количество человек, которые регулярно посещают точки общественного питания и лояльно относятся к изделиям с обогащающими добавками (на основе результатов маркетингового исследования), количество единиц; W – периодичность посещения точек общественного питания, количество дней в месяц.

Цена на паштеты с обогащающей добавкой определялась следующим образом:

$$\Pi = T \cdot P, \quad (3)$$

где Π – цена изделия, обогащенного биоактивной добавкой, rub.; T – цена продукта, изготовленного по традиционной рецептуре, rub.; P – возможный прирост цены, %.

Результаты и обсуждение

Организация питания беременных женщин является одним из важных условий нормального течения беременности, обеспечения

адекватного роста и развития плода, поддержания здоровья беременной женщины, рождения здорового ребенка, а в дальнейшем поддержания полноценной лактации. В качестве выхода из сложившейся ситуации можно считать включение в рационы питания данной категории граждан продуктов питания направленного действия для алиментарной коррекции пищевого статуса организма женщины в период беременности.

Для решения поставленной задачи нами была разработана рецептура технология обогащающей добавки. В состав добавки входил альбумин животного происхождения, жмых зародышей пшеницы и семена фасоли белой. В процессе работы последовательно проводился анализ маркетингового потенциала продукции с биоактивной добавкой для питания беременных женщин [14–16].

Распределение ответов на вопрос «Знаете ли Вы о существовании продуктов, предназначенных для питания беременных женщин?» показало, что большинство респондентов не задумывались (50%) или не знают (29%) о существовании пищевой продукции лечебно-профилактического действия для беременных. И только 21% опрошиваемых имели какие-либо знания о подобных продуктах. Отсюда возникает вопрос, есть ли необходимость вводить в рацион продукты направленного действия для питания беременных.

Поэтому, следующим вопросом, заданным респондентам был: «Нужно ли, по Вашему мнению, вводить в рацион продукты, предназначенные для питания беременных женщин?». Полученные результаты были обнадеживающими, так как существенная часть опрошиваемых (37%) считала, что такая продукция необходима в рационе, однако подавляющее большинство (51%) придерживалась мнения, что назначать ее должен врач-консультант. Только 12% посчитали такие продукты маркетинговым ходом, что говорит о необходимости предоставления более информативных сведений о подобной продукции.

Для того, чтобы определить, в каком виде целевой аудитории удобнее получать необходимые нутриенты, в анкете приводился вопрос «Вы бы хотели получать полезные вещества: с данной продукцией или в виде витаминов, БАДов и прочих добавок?». На наш взгляд, этот вопрос являлся одним из ключевых в исследовании. Результат опроса показал, что примерно 1/4 опрошиваемых предпочла бы

употреблять добавки, 14% – затруднились ответить, а большинство (61%) хотели бы получать полезные вещества в виде готовой продукции, что можно видимо связать с неудобством принятия добавок, забывчивости и других факторов.

Чтобы определить, какую норму полезных веществ необходимо закладывать в новую продукцию, исходя из суточной потребности организма, респондентам задавался вопрос «Сколько раз в день Вы хотели бы употреблять данные продукты?». Как выяснилось, значительная опрошиваемых хотела бы употреблять подобную продукцию либо с каждым приемом пищи (35%), либо по желанию (12%), что в нашем случае является не самым приемлемым вариантом. Однако, чуть более половины респондентов предпочли бы употреблять готовое изделие один раз в день (53%), что позволяет обеспечить в нем около 30% от суточной нормы необходимых полезных веществ.

Для определения наиболее предпочтительных видов продуктов для потенциальных потребителей, опрошиваемым задавался следующий вопрос «В каких блюдах и изделиях они хотели бы получать полезные вещества?».

Результат опроса показал: что примерно одинаковое число опрошенных предпочли получать добавку с мясными изделиями (34%) и кисломолочной продукцией (31%). Наименьшее значение набрали варианты: мучные и кондитерские изделия (25%) и другие варианты составили 10%.

На основании полученных данных нами был разработан ассортимент паштетов для питания женщин в период беременности (таблица 1). В таблице 2 показаны сведения по удовлетворению суточной потребности организма в соответствии с нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для беременных женщин при употреблении 100 г. разработанных продуктов на примере паштета «Нежный» [16–17].

Для определения мест продажи разрабатываемой продукции опрошиваемым предлагалось выбрать, где бы они хотели ее приобрести. Опрос показал, что удобнее всего покупать продукцию в привычных розничных магазинах (55%), однако немалая часть предпочла бы это делать в специализированных магазинах здорового питания (31%), что говорит о возможном внедрении данной товарной линейки и в подобные магазины.

Таблица 1.

Примеры рецептур разработанных паштетов

Table 1.

Examples of recipes for developed pate

Компонент Component	Содержание, г/кг Contents, gram/kilogram		
	Паштет «Нежный» Pate "Delicate"	Паштет «Утренний» Pate "Morning"	Паштет «Восторг» Pate "Delight"
Паста на основе добавки Additive based paste	200	80	72
Печень говяжья Beef liver	430	-	350
Печень кролика Rabbit liver	-	460	-
Мозги измельченные Shredded brains	100	100	100
Масло сливочное крестьянское Butter crustacean	150	150	158
Цветная капуста Cauliflower	60	150	-
Брокколи/Broccoli	-	-	200
Тыква/Pumpkin	-	28	28
Масло амаранта Amaranth oil	20	10	20
Петрушка Parsley	15	-	50
Соль поваренная Table salt	13	12	12
Перец черный молотый Ground black pepper	12	10	10
Итого Total	1000		

Таблица 2.

Сведения по удовлетворению суточной потребности организма беременной женщины

Table 2.

Information on satisfying the daily needs of the body of a pregnant woman

Компонент Component	Паштет «Нежный» Pate "Delicate"	
	Содержание, мг Content, mg	Удовлетворение суточной потребности, % Satisfaction of daily needs, %
Белки Protein	23,0 · 10 ³	23,0 · 10 ³
Жиры Fats	14,0 · 10 ³	14,9 · 10 ³
Углеводы Carbohydrates	8,2 · 10 ³	2,1 · 10 ³
Клетчатка Cellulose	0,7	3,5
Железо Iron	3,7	11,2
Кальций Calcium	76,3	5,9
Натрий Sodium	439,1	33,8
Калий Potassium	321,9	11,5
Фосфор Phosphorus	314,2	31,4
Цинк Zinc	3,4	22,7
Магний Magnesium	21,7	4,8
Марганец Manganese	1,9	86,4
Витамин В ₁ Vitamin B ₁	0,3	17,6
Витамин В ₂ Vitamin B ₂	1,3	65,0
Витамин В ₃ Vitamin B ₃	0,6	4,0
Витамин В ₆ Vitamin B ₆	0,6	26,1
Витамин В ₉ Vitamin B ₉	0,16	26,7
Витамин А Vitamin A	2,2	220,0
Витамин Е Vitamin E	2,4	14,1
Витамин D Vitamin D	0,1	320,0
Витамин С Vitamin C	9,8	9,8

Далее, чтобы выяснить, на что покупатели будут обращать внимание в первую очередь, респонденты ответили на вопрос, что же будет важнее в подобной продукции. Более половины опрошенных женщин ответила, что полезные качества играют главную роль (55%).

Однако, существенное количество ответили, что на первом месте вкус, внешний вид (28%) и цена (22%). Отсюда следует необходимость в оценке покупательской способности респондентов. Для решения поставленной задачи в анкете был предусмотрен вопрос, ответ на который

позволял выявить отношение целевой аудитории к возможному повышению цены на продукты мясного происхождения, в процессе приготовления которых использовалась добавка лечебно-профилактической направленности. 15% респондентов не были готовы покупать продукцию, если ее цена будет выше аналогов. Чуть больше опрошенных соглашались приобрести продукцию в независимости от ее цены (18%). Подавляющее большинство готовы покупать продукцию только в том случае, если цена будет незначительно выше (67%). Из этого следует, что при изготовлении новой продукции ее розничная цена может превышать аналоговую продукцию на 10–15%.

И наконец, респондентам задавался вопрос «Рекомендовали бы Вы данную продукцию своим знакомым?». Большинство опрошенных дали положительный ответ (58%), 33% респондентов затруднились ответить и меньшинство дали отрицательный ответ (9%), что на основании полученных результатов позволяет сделать вывод, что такой ответ, возможно, дали респонденты, посчитавшие данную продукцию маркетинговым ходом.

Поскольку на сегодняшний день упаковка паштета в среднем стоит от 75 до 120 рублей,

методом математических подсчетов (3) нами был определен приблизительный диапазон цен на паштеты с обогащающей добавкой. Было выяснено, что диапазон розничных цен на единицу разработанной продукции будет варьироваться от 86 до 137 рублей.

Заключение

Обобщив данные полученные в ходе исследования, можно сделать следующие выводы: в силу разных причин основная масса опрошенных респондентов не получает в повседневных рационах питания жизненно необходимых алиментарных веществ и готова их дополнительно приобретать; предлагаемая товарная линейка паштетов лечебно-профилактической направленности откорректирует нарушения гомеостаза организма и будет пользоваться спросом у женщин в период беременности; применение обогащающей добавки для производства биоактивных мясных изделий для питания беременных экономически эффективно; рост цены на разработанную готовую продукцию по сравнению с традиционной не выходит за рамки покупательской способности целевой аудитории.

Литература

- 1 Антипова Л.В., Родионова Н.С., Попов Е.С. Тенденции развития научных основ проектирования пищевых продуктов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 1. С. 8–11.
- 2 Артемова Е.Н., Владимирова О.Г. Организация торговой деятельности на предприятиях общественного питания. Орел: ОрелГТУ, 2009. 111 с.
- 3 Belokurov S.V., Rodionova N.S., Belokurova E.V., Alexeeva T.V. Modeling of process of lifting power change of baker's yeast pressed depending on nature and quantity of introduced vegetable component // Journal of Physics: International Conference Information Technologies in Business and Industry. 2018. P. 1–4.
- 4 Ponomaryova, E.I., Lukina S.V., Magomedov M.G. Production technology of functional bakery products // European Journal of Natural History. 2015. № 6. P. 59–73.
- 5 Cheremushkina I.V., Ryazanov A.N., Samokhvalov A.A. Biotech Cluster as a criterion of food security formation // Contributions to Economics. 2017. P. 159–166.
- 6 Doherty B.T. et al. Prenatal exposure to organophosphate esters and behavioral development in young children in the pregnancy, infection, and nutrition study // Neurotoxicology. 2019. № 73. P. 150–160.
- 7 Васильева О.А., Гурьянов Ю.Г. Функциональные продукты для коррекции здоровья беременных и кормящих женщин // Проблемы демографии, медицины и здоровья населения России: история и современность: материалы VII Международной научно-практической конференции. 2009. С. 63–65.
- 8 Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. № 1873-р. URL: <http://www.rg.ru>.
- 9 Vasilenko I.N., Cheremushkina I.V., Slepukhova Y.I. More Efficient daily industry in the face of market volatility and risks // Proceedings of IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. P. 062053.
- 10 Doherty B.T. et al. Prenatal phthalate biomarker concentrations and performance on the Bayley Scales of Infant Development-II in a population of young urban children // Environmental research. № 152. P. 51–58.
- 11 Кандзюба С.П., Громов В.Н. Delphi 6/7. Базы данных и приложения. СПб: ООО «ДиаСофт», 2012. 340 с.
- 12 Роб П., Корнел К. Системы баз данных: проектирование, реализация и управление. Санкт-Петербург: BHV, 2010. 450 с.
- 13 ГОСТ Р ИСО 22004–2017. Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Руководство по применению ИСО 22000. Москва: Стандартинформ, 2017. 36 с.
- 14 Тимохина Е.В. Рациональное питание беременных // Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. 2015. № 2. С. 71–77.
- 15 Flynn K. et al. An introduction to current food safety needs // Trends in Food Science & Technology. 2019. № 84. P. 1–3.
- 16 ТР ТС 021 / 2011. О безопасности пищевой продукции. 2012. 242 с.
- 17 Методические рекомендации 2.3.1.2432–08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ. Москва: Госсанэпиднадзор РФ, 2008. 41 с.

References

- 1 Antipova L.V., Rodionova N.S., Popov E.S. Trends in the development of the scientific basis for food design. News of higher educational institutions. Food technology. 2018. no. 1. pp. 8–11. (in Russian).
- 2 Artemova E.N., Vladimirova O.G. Organization of trading activities at catering establishments. Orel, Orel State Technical University, 2009. 111 p. (in Russian).
- 3 Belokurov S.V., Rodionova N.S., Belokurova E.V., Alexeeva T.V. Modeling of process of lifting power change of baker's yeast pressed depending on nature and quantity of introduced vegetable component. Journal of Physics: International Conference Information Technologies in Business and Industry. 2018. pp. 1–4.
- 4 Ponomaryova, E.I., Lukina S.V., Magomedov M.G. Production technology of functional bakery products. European Journal of Natural History. 2015. no. 6. pp. 59–73.
- 5 Cheremushkina I.V., Ryazanov A.N., Samokhvalov A.A. Biotech Cluster as a criterion of food security formation. Contributions to Economics. 2017. pp. 159–166.
- 6 Doherty B.T. et al. Prenatal exposure to organophosphate esters and behavioral development in young children in the pregnancy, infection, and nutrition study. Neurotoxicology. 2019. no. 73. pp. 150–160.
- 7 Vasilyeva O.A., Guryanov Y.G. Functional products for correcting the health of pregnant and lactating women. Problems of demography, medicine and health of the population of Russia: history and modernity: materials of the VII International Scientific and Practical Conference. 2009. pp. 63–65. (in Russian).
- 8 Fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition of the population for the period up to 2020: order of the Government of the Russian Federation dated October 25, 2010 No. 1873 r. Available at: <http://www.rg.ru>. (in Russian).
- 9 Vasilenko I.N., Cheremushkina I.V., Slepokurova Y.I. More Efficient daily industry in the face of market volatility and risks. Proceedings of IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. pp. 062053.
- 10 Doherty B.T. et al. Prenatal phthalate biomarker concentrations and performance on the Bayley Scales of Infant Development-II in a population of young urban children. Environmental research. no. 152. pp. 51–58.
- 11 Kandzyuba S.P., Gromov V.N. Delphi 6/7. Databases and applications. St. Petersburg, LLC «DiaSoft», 2012. 340 p. (in Russian).
- 12 Rob P., Coronel K. Database systems: design, implementation and management. St. Petersburg, BHV. 2010. 450 p. (in Russian).
- 13 GOST R ISO 22004–2017. Food safety management systems. Guidance on the application of ISO 22000. Moscow, Standartinform, 2017. 36 p. (in Russian).
- 14 Timokhina E.V. Rational nutrition of pregnant women. Questions of gynecology, obstetrics and perinatology. 2015. no. 2. pp. 71–77 (in Russian).
- 15 Flynn K. et al. An introduction to current food safety needs. Trends in Food Science & Technology. 2019. no. 84. pp. 1–3.
- 16 TR TS 021/2011. On Food Safety. 2012. 242 p. (in Russian).
- 17 Guidelines 2.3.1.2432–08. Norms of physiological needs for energy and nutrients for various population groups of the Russian Federation. Moscow, State Sanitary Inspection of the Russian Federation, 2008. 41 p. (in Russian)

Сведения об авторах

Татьяна В. Алексеева д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, zyablova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8035-7293>

Елена Н. Артемова д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов питания и организации ресторанного дела, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, ул. Комсомольская, 95, Орел, 302026, helena-1959@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7203-4475>

Елена В. Белокурова к.т.н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, zvezdamal@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1955-8376>

Дарья И. Потапова магистр, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, potapova1998@gmail.ru

Ольга А. Гусева магистр, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Guseva15o.lga@bk.ru

Ирина А. Шерстяных студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, irinascherstyany@mail.ru

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Tatyana V. Alekseeva Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, zyablova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8035-7293>

Elena N. Artemova Dr. Sci. (Engin.), professor, food technology and organization of restaurant business department, Oryol State University named after I.S. Turgeneva, Komsomolskaya str., 95, Orel, 302026, Russia, helena-1959@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7203-4475>

Elena V. Belokurova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, zvezdamal@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1955-8376>

Dariya I. Potapova master student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, potapova1998@gmail.ru

Olga A. Guseva master student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Guseva15o.lga@bk.ru

Irina A. Sherstyaniy student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, irinascherstyany@mail.ru

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 28/07/2020	После редакции 07/08/2020	Принята в печать 15/08/2020
Received 28/07/2020	Accepted in revised 07/08/2020	Accepted 15/08/2020

Влияние УВТ-обработки на состав и степень окисленности липидов жировой фазы молочных продуктов функциональной направленности в процессе хранения

Николай А. Жижин¹ zhizhinmoloko@mail.ru  0000-0002-6690-0488

¹ ВНИИ молочной промышленности, ул. Люсиновская, 35/7, г. Москва, 115093, Россия

Аннотация. Специалисты в области питания уделяют большое внимание срокам хранения продуктов. Из-за экономической целесообразности их, как правило, увеличивают. При этом срок хранения является одним из факторов влияющий на потерю нутриативных веществ. Жирнокислотный состав молочного жира насчитывает в своем составе более 400 жирных кислот, которые активно участвуют в развитии нервной системы человека и других биохимических процессах. Так же как и другие жиры, молочный жир подвержен окислительной порче в процессе хранения. Это отражается на основных составляющих молочного жира, таких как жирные кислоты и триацилглицериды. В настоящее время распространено производство молока для детского питания функциональной направленности, обогащенного различными компонентами. Этот вид молочной продукции в процессе технологической переработки молока, подвергается температурному воздействию для увеличения срока хранения. Температурные режимы обработки молока, предусмотренные в технологическом цикле производства, направлены на процессы замедления микробиальной порчи. Следствием высокотемпературной обработки молока сырья может быть ускорение процесса автоокисления триглицеридов. Это, в свою очередь, приводит к потере заданных функциональных свойств молочной продукции для детского питания в течение длительного срока хранения. Поэтому влияние срока хранения на окислительные процессы липидов молока, в том числе обогащенного эссенциальными веществами, в течение жизненного цикла продукта нуждаются в детальном изучении. В данной статье будет рассмотрено влияние УВТ-обработки и хранения на липиды молока путем оценки жирнокислотного и триацилглицеридного состава и таких показателей окислительной порчи жира как перекисное и анизидиновое число, а также содержания свободных жирных кислот. Показано, что после 60 дней хранения изменяется состав триглицеридов молочного жира. Оценка продуктов автоокисления показала взаимосвязь между составом триглицеридов молочного жира и показателей, характеризующих окислительную порчу в целом.

Ключевые слова: молоко, жирнокислотный состав, триацилглицеридный состав, анизидиновое число, функциональные продукты

Effect of uht treatment on the composition and oxidation of lipids in the fat phase of dairy products during storage

Nikolay A. Zhizhin¹ zhizhinmoloko@mail.ru  0000-0002-6690-0488

¹ All-Russian Research Institute of Dairy Industry, lyusinovskaya str., 35/7, Moscow, 115093, Russia

Abstract. The dairy industry uses various technologies to extend the shelf life of milk products. However, longer shelf life of foodstuffs frequently results in their lower nutritional levels. Milk fat contains more than 400 fatty acids, which are involved in the development of the human nervous system and other biochemical processes. Similar to other fats, milk fat is susceptible to oxidative damage during storage. This affects such basic components of milk fat as fatty acids and triacylglycerides. At present, milk is used for the production of functional foods for infants and children. The shelf life of such products is increased by heat treatment. Temperature regimes of milk treatment are aimed at impeding microbial spoilage. However, high-temperature processing may accelerate the process of triglyceride oxidation, which will decrease functional properties of dairy products for infants during storage. Therefore, it is important to study the effect of shelf life on the oxidation of milk lipids in dairy products, including those enriched with essential substances. This article examines the effect of UHT treatment and storage on milk lipids by evaluating the fatty acid and triacylglyceride composition, as well as such indicators of oxidative fat spoilage, as peroxide and anisidine values, and the content of free fatty acids. It is shown that the composition of milk fat triglycerides undergoes changes following 60 days of storage. An evaluation of the resulting auto-oxidation products revealed a relationship between the composition of milk fat triglycerides and general indicators characterizing oxidative damage.

Keywords: milk, fatty acid composition, triacylglyceride composition, anisidine number, functional products

Введение

В процессе УВТ-обработки молоко подвергается воздействию высокой температуры в течение короткого времени, что позволяет в дальнейшем хранить данный продукт без применения холодильной камеры [1].

Влияние термообработки совместно с последующим хранением при температуре окружающей среды, приводит к цепочке биохимических преобразований, таких как протеолиз и липолиз [2, 3].

Для цитирования

Жижин Н.А. Влияние УВТ-обработки на состав и степень окисленности липидов жировой фазы молочных продуктов функциональной направленности в процессе хранения // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 170–175. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-170-175

For citation

Zhizhin N.A. Effect of uht treatment on the composition and oxidation of lipids in the fat phase of dairy products during storage. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 170–175. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-170-175

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Функциональные, технологические и физико-химические характеристики молока зависят от триглицеридного профиля молочного жира [7]. Липазы, в том числе и бактериальные, могут вызывать гидролиз молекулы глицерида, что приводит к образованию свободных жирных кислот, которые могут привести к развитию неприятного аромата в процессе хранения. Поэтому изучение профиля триглицеридов подвергающихся биохимическим изменениям в процессе технологической обработки молока, может помочь в понимании процессов гидролитического прогоркания молока.

Исследование биохимических процессов происходящих в течение срока хранения молока прошедшего высокотемпературную обработку, требуют изучения. Это позволит определить индукционный период, в течение которого ультрапастеризованное молоко сохраняет свои первоначальные свойства. А также оценить возможные изменения на поздних сроках хранения [8].

Материалы и методы

Для проведения экспериментальной части работы были использованы коммерческие образцы молока, прошедшего УВТ-обработку с м.д.ж 3.2% функциональной направленности предназначенные для питания детей. Данные образцы были проанализированы на сроке 0–5; 30; 60 и 90 дней хранения.

Жирынокислотный состав. Разделение и идентификацию жирных кислот молока осуществляли методом газовой хроматографии с использованием хроматографа «Кристаллюкс 4000М». (ООО «НПФ Мета-Хром» Россия), снабженного пламенно-ионизационным детектором. Анализ проводили при помощи кварцевой капиллярной колонки SP – 2560 100 м • 0,25 мм ID, 0,2 мкм с неподвижной фазой FFAP. В качестве идентификационной смеси использовали стандарт Supelco® 37 FAME Mix (Рисунок 2.3). В качестве газа носителя использовался азот, при следующей температурной программе разделения: температура T_1 колонки 140°C (выдержка 5 мин), T_2 240°C со скоростью 4гр/мин; температура испарения детектора 230°C; объем вводимой пробы – 1 мкл. Для управления режимами анализа, записи хроматограмм и обработки полученной информации использовалось программное обеспечение «NetChrom». Расчет состава метиловых эфиров жирных кислот проводили методом внутренней нормализации [9].

Триглицеридный состав. Разделение и идентификацию состава триацилглицеридов осуществляли с применением метода газовой хроматографии с использованием хроматографа снабженного пламенно-ионизационным детектором и кварцевой капиллярной колонкой RTX 65-TG с неподвижной фазой состава 65% фенилметилсиликон (Restek, Bellefonte, CA, USA) ($l = 30$ м, i.d. = 0.25 мм, 0.25 мкм). В качестве идентификационной смеси использовали стандарт SupelcoBCR 519 с известным составом триацилглицеридов C 24–C54. Параметры хроматографического

разделения: в качестве газа носителя использовали водород; температура T_1 колонки 100°C, T_2 360°C со скоростью 5гр/мин; температура испарителя 320°C, детектора 370°C; объем вводимой пробы – 0,5 мкл.

Расчет состава триглицеридов, также как и состав жирных кислот, проводили методом внутренней нормализации. За окончательный результат измерений принимали среднее арифметическое значение результатов двух последовательных измерений.

Активность липазы. Активность липазы определяли методом титрования свободных жирных кислот высвобождаемых из триглицеридов липазой в пробе 1 см³.

Окисление липидов. Степень окисления липидов в процессе хранения оценивали по трем показателям: перекисное число, анизидиновое число и содержание свободных жирных кислот. Эти показатели были рассчитаны в соответствии со стандартизованными методами [10–12].

Результаты и обсуждение

Поскольку жирные кислоты под воздействием различных факторов подвержены процессу автоокисления в том числе и при термической обработке, изучение профиля жирных кислот позволит оценить степень влияния УВТ-обработки на этот процесс в течение длительного хранения. Данные о составе жирных кислот в УВТ-обработанном молоке в течение срока хранения приведены в таблице 1.

Полученные данные об изменении жирнокислотного состава под воздействием УВТ-обработки и в процессе хранения, подтверждают описанные в литературе данные о влиянии термообработки на профиль жирных кислот молока [13]. Показано, что хранение до 60 дней не оказывает существенного влияния на жирнокислотный состав молока. После этого периода содержание коротко – средне- и длинноцепочечных жирных кислот снизилось.

Жирные кислоты короткой и средней цепи отвечают за формирование вкуса молока, снижение концентрации этих кислот может оказывать негативное влияние на органолептические свойства молочной продукции. Проведенные исследования показывают, что общее содержание данных кислот на 90-й день хранения снизилось с 10,11 до 8,64%.

К основным ненасыщенным жирным кислотам молочного жира следует отнести олеиновую и линолевую кислоты. Эти жирные кислоты относятся к семействам омега-9 и омега-6, которые обеспечивают транспорт холестерина от стенок кровеносных сосудов к печени, а также активно участвуют в развитии нервной системы [14].

Таблица 1.

Влияние УВТ – обработки на состав жирных кислот в процессе хранения

Table 1.

Effect of UNT treatment on the composition of fatty acids during storage

Жирные кислоты Fatty acids		W%, на период 0–5 дней хранения, (n = 5) W%, for period 0-5 days of storage, (n=5)	W%, на период 30 дней хранения, (n = 5) W%, for period 30 days of storage, (n=5)	W%, на период 60 дней хранения, (n = 5) W%, for period 60 days of storage, (n=5)	W%, на период 90 дней хранения, (n = 5) W%, for period 90 days of storage, (n=5)
Масляная (C _{4:0})	Butyric	3,34 ± 0,03	3,29 ± 0,03	3,12 ± 0,03	3,04 ± 0,03
Капроновая (C _{6:0})	Kapron	1,68 ± 0,08	1,65 ± 0,08	1,49 ± 0,08	1,34 ± 0,08
Каприловая (C _{8:0})	Caprylic	1,92 ± 0,11	1,85 ± 0,11	1,71 ± 0,11	1,65 ± 0,11
Каприновая (C _{10:0})	Capric	3,17 ± 0,09	3,09 ± 0,09	2,80 ± 0,09	2,61 ± 0,09
Лауриновая (C _{12:0})	Lauric	3,29 ± 0,14	3,22 ± 0,14	2,99 ± 0,14	2,82 ± 0,14
Миристиновая (C _{14:0})	Palmitic	10,37 ± 0,25	10,21 ± 0,25	9,89 ± 0,25	9,61 ± 0,25
Пальмитиновая (C _{16:0})	Stearic	31,91 ± 0,31	31,85 ± 0,31	31,17 ± 0,31	30,01 ± 0,31
Стеариновая (C _{18:0})	Linoleic	11,82 ± 0,15	11,60 ± 0,15	11,36 ± 0,15	11,18 ± 0,15
Олеиновая (C _{18:1})	Linoleic	24,09 ± 0,33	23,88 ± 0,33	22,57 ± 0,33	21,11 ± 0,33
Линолевая (C _{18:2})	Eicosene	2,54 ± 0,12	2,35 ± 0,12	2,10 ± 0,12	1,66 ± 0,12

Исследования этих кислот показывают, что они подвержены процессу автоокисления и скорость окисления линолевой кислоты в 10 раз выше, чем олеиновой [15]. Согласно полученным данным содержание олеиновой кислоты за 90 дней хранения снизилось на 12%, а массовая доля линолевой кислоты стала ниже на 35%. Снижение концентрации ненасыщенных жирных кислот в процессе хранения, приводит к понижению пищевой ценности молока. Это может быть связано с тем, молоко прошедшее УВТ-обработку храниться в условиях комнатной температуры, которая может

способствовать ускорению процесса автоокисления жирных кислот.

Физико-химические и функциональные свойства молочного жира в значительной степени определяются профилем триацилглицеридов (ТАГ). Состав ТАГ молочного жира является важной составляющей для стабильности и качества молочной продукции функциональной направленности, так как триацилглицериды отвечают за эффективность всасывания жирных кислот в организме [16]. Результаты анализа профиля триацилглицеридов УВТ-молока в хранении приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Влияние УВТ-обработки на состав ТАГ в процессе хранения

Table 2.

Effect of UNT treatment on the triacylglycerol (TAG) composition during storage

ТАГ TAG	W%, на период 0–5 дней хранения, (n = 5) W%, for period 0-5 days of storage, (n=5)	W%, на период 30 дней хранения, (n = 5) W%, for period 30 days of storage, (n=5)	W%, на период 60 дней хранения, (n = 5) W%, for period 60 days of storage, (n=5)	W%, на период 90 дней хранения, (n = 5) W%, for period 90 days of storage, (n=5)
C ₂₄	0,18 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,06 ± 0,01
C ₂₆	0,86 ± 0,05	0,79 ± 0,05	0,77 ± 0,05	0,62 ± 0,05
C ₂₈	1,04 ± 0,11	1,01 ± 0,11	0,87 ± 0,11	0,74 ± 0,11
C ₃₀	1,65 ± 0,14	1,61 ± 0,14	1,49 ± 0,14	1,41 ± 0,14
C ₃₂	3,03 ± 0,09	2,99 ± 0,09	2,84 ± 0,09	2,53 ± 0,09
C ₃₄	6,66 ± 0,27	6,62 ± 0,27	6,45 ± 0,27	6,12 ± 0,27
C ₃₆	12,42 ± 0,31	12,37 ± 0,31	11,77 ± 0,31	11,02 ± 0,31
C ₃₈	14,85 ± 0,36	14,78 ± 0,36	14,09 ± 0,36	13,21 ± 0,36
C ₄₀	12,79 ± 0,28	12,74 ± 0,28	11,69 ± 0,28	10,47 ± 0,28
C ₄₂	7,36 ± 0,21	7,29 ± 0,21	6,93 ± 0,21	6,52 ± 0,21
C ₄₄	4,90 ± 0,08	4,86 ± 0,08	4,17 ± 0,08	3,86 ± 0,08
C ₄₆	5,39 ± 0,17	5,32 ± 0,17	4,94 ± 0,17	4,45 ± 0,17
C ₄₈	6,76 ± 0,12	6,74 ± 0,12	6,34 ± 0,12	6,21 ± 0,12
C ₅₀	8,75 ± 0,16	8,74 ± 0,16	8,01 ± 0,16	7,92 ± 0,16
C ₅₂	7,71 ± 0,27	7,70 ± 0,27	7,26 ± 0,27	6,94 ± 0,27
C ₅₄	3,73 ± 0,04	3,69 ± 0,04	3,35 ± 0,04	3,19 ± 0,04

Также как и для жирнокислотного состава при сроке хранения до 30 дней профиль триацилглицеридов остался без изменений. В то время как анализ образцов хранившихся 60 и 90 дней показал заметные изменения состава ТАГ. Отмечено общее снижение всех триацилглицеридов состава C_{24} - C_{54} от 8 до 30%.

Катализаторами гидролиза триацилглицеридов могут выступать такие факторы как температура, влага, ионы металлов и липазы как содержащиеся в молоке, так и бактериальные. Под влиянием этих факторов в триацилглицеридах происходит разрыв двойной связи между жирными кислотами и глицерином, что в свою очередь приводит к образованию свободных жирных кислот и снижению содержания ТАГ.

Для подтверждения данного факта был проведен анализ содержания свободных жирных кислот (СЖК). Данные об изменении содержания СЖК приведены на рисунке 1.

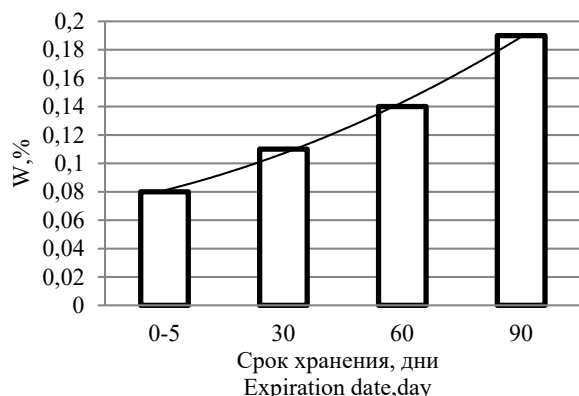


Рисунок 1. Изменение содержания свободных жирных кислот в процессе хранения молока, прошедшего УВТ-обработку

Figure1. Changes in the content of free fatty acids during milk storage following UHT treatment

Полученные данные показали рост содержания свободных жирных кислот в процессе хранения молока прошедшего УВТ-обработку. Процентное содержание СЖК за данный период выросло с 0,08 до 0.19%.

В процессе автоокисления жирных кислот одним из продуктов их расщепления является пероксид. Анализ содержания перекисей был проведен в исследуемых образцах на сроках хранения 30, 60 и 90 дней. Полученные данные приведены на рисунке 2.

Отсутствие перекисей на ранних этапах хранения молока показывает, что прямого воздействия на содержание перекисей и гидроперекисей УВТ – обработка не оказывает. После 30, 60 и 90 дней хранения показатели перекисного числа составили 0,39, 0,57 и 1,08 ммоль (1/2O) / кг соответственно.

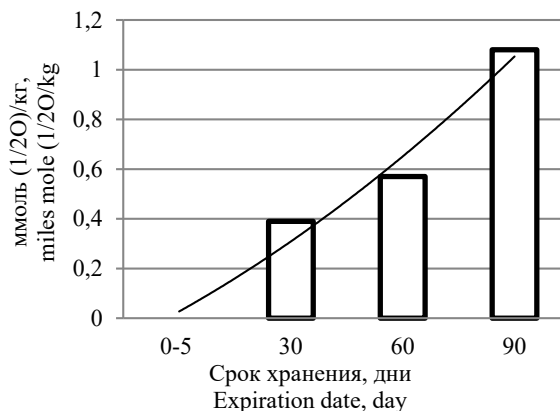


Рисунок 2. Изменение содержания перекисного числа в процессе хранения молока, прошедшего УВТ-обработку

Figure2. Changes in the content of peroxide value during milk storage following UHT treatment

Также в процессе автоокисления липидов образуются спирты, альдегиды и кетоны, анализ которых возможно использовать для оценки вторичных продуктов окисления липидов [17]. Для оценки содержания этих продуктов используется такой показатель как анизидиновое число, посредством которого измеряется содержание альдегидов. А также данный показатель имеет высокую чувствительность к α -гидрокси-алкенам, соединениям находящимся в таутомерном равновесии между альдегидом и кетоном, которые образуются в процессе автоокисления жирных кислот. Данные анализа анизидинового числа, приведенные на рисунке 3, показали, что, как и в случае с перекисным числом УВТ – обработка не оказывает прямого влияния на это показатель. А процесс автоокисления липидов происходит на более поздних сроках хранения. И на период 30, 60 и 90 дней показатель анизидинового числа составил 3,1, 4,4 и 9,5 соответственно.

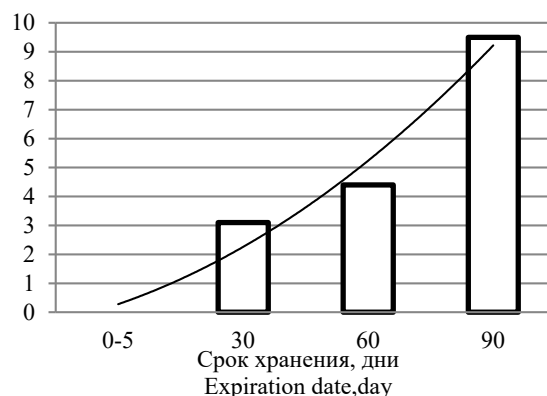


Рисунок 3. Анизидиновое число в процессе хранения молока прошедшего УВТ-обработку

Figure3. Anisidine value during milk storage following UHT treatment

В процессе гидролиза липидов в качестве катализатора выступает водорастворимый фермент липаза. Липазы молочного происхождения устойчивы к термообработке и деактивируются посредством УВТ – обработки. Однако липазы бактериального происхождения являются термостойкими и зачастую выдерживают термическую обработку молока.

Среднее значение активности липазы в исследуемых образцах прошедших УВТ – обработку составило $0,31 \pm 0,03$ IU/см³, а для последующих точек $0,43 \pm 0,05$, $0,66 \pm 0,07$ и $0,91 \pm 0,09$ IU/см³.

Активность липазы, а также перекисное число и содержание свободных жирных кислот показывают взаимосвязь между этими показателями и профилем жирных кислот и триацилглицеридов.

Заключение

Результаты данного исследования показали, что профиль жирных кислот и состав триацилглицеридов в молоке прошедшем УВТ-обработку и в течение срока хранения значительно отличались.

Нарастающая активность липазы приводит к каталитическому гидролизу триглицеридов с высвобождением свободных жирных кислот. А увеличение содержание перекисей показывает наличие процесса автоокисления жирных кислот, что так же подтверждается растущим в процессе хранения анизидиновым числом. Особенно выраженные изменения происходят после 60 дней хранения.

Использование УВТ-обработки позволяет увеличивать срок хранения молока при хранении без применения холодильных камер. Применяя длительные сроки хранения к продуктам функциональной направленности, следует учитывать некоторые аспекты биохимических превращений липидов под влиянием различных факторов, которые могут привести к снижению результата заложенной функции такового продукта. Проведение дополнительных исследований позволит установить индукционный период в течение которого сохраняются заданные свойства продукта.

Литература

- 1 Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. СПб: ГИОРД, 2003. 320 с.
- 2 Vazquez-Landaverde P.A., Torres J.A., Qian M.C. Effect of high-pressure-moderate temperature processing on the volatile profile of milk // *J AgriFoodChem*. 2006. V. 54. P. 9184–9192.
- 3 Юрова Е.А., Фильчакова С.А. Оценка качества и хранимостпособности молочной продукции функциональной направленности // *Переработка молока*. 2019. № 10. С. 6–11.
- 4 Юрова Е.А. Оценка качества и безопасности молока питьевого // *Молочная промышленность*. 2017. № 2. С. 37–39.
- 5 Deeth H.C., Fitz-Gerald C.H. Lipolytic enzymes and hydrolytic rancidity in milk and milk products // *Advanced Dairy Chemistry*. 2003. № 2. P. 247–308.
- 6 Gulla S., Waghray K. Effect of storage on physicochemical characteristics and fatty acid composition of selected oil blends // *J Lip Sci*. 2011. № 3. P. 35–46.
- 7 Vyssotski M., Bloor S.J., Lagutin K., Wong H. et al. Efficient separation and analysis of triacylglycerols: quantitation of β -palmitate (OPO) in oils and infant formulas // *J AgriFoodChem*. 2015. V. 63. P. 5985–5992.
- 8 Федотова О.Б., Соколова О.В. Совершенствование методических аспектов и разработка детализированной процедуры оценки безопасности в хранении продукции сложного компонентного состава // *Инновационные технологии обработки и хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов: сборник научных трудов ученых и специалистов к 90 – летию ВНИХИ*. Москва: Амирит, 2020. С. 452–459.
- 9 ГОСТ 32915–2014. Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии. М.: Стандартинформ, 2014. 9 с.
- 10 ГОСТ 31756–2012. Жиры и масла животные и растительные. Определение анизидинового числа. М.: Стандартинформ, 2014. 9 с.
- 11 ГОСТ ISO 3960–2013. Жиры и масла животные и растительные. Определение перекисного числа. М.: Стандартинформ, 2014. 10 с.
- 12 ГОСТ Р 50457–92. Жиры и масла животные и растительные. Определение кислотного числа и кислотности. М.: Госстандарт России, 1994. 7 с.
- 13 Pestana J.M., Gennari A., Monteiro B.W., Lehn D.N. Effects of pasteurization and ultra-high temperature processes on proximate composition and fatty acid profile in bovine milk // *AmJFoodTechnol*. 2015. V. 10(6). P. 265–272.
- 14 Файзулина Р.А., Самороднова Е.А., Федотова О.Б. Кисломолочные продукты в питании детей раннего возраста: эволюция от традиционных к функциональным // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2019. № 4. С. 133–140.
- 15 Khan I.T., Nadeem M., Imran M., Ajmal M. et al. Antioxidant capacity and fatty acids characterization of heat treated cow and buffalo milk // *Lipids Health Dis*. 2017. P. 1–13.
- 16 Smiddy Mary A., Huppertz T., van Ruth S.M. Triacylglycerol and melting profiles of milk fat from several species // *International Dairy Journal*. 2012. V. 24. № 2. P. 64–69.
- 17 Celestino E.L., Iyer M., Roginski H. Reconstituted UHT-treated milk effects of raw milk, powder quality and storage conditions of UHT milk on its physico-chemical attributes and flavor // *Inter Dairy J*. 1997. V. 7. P. 129–140.

References

- 1 Gorbatova K.K. Biochemistry of milk and dairy products. St. Petersburg, GIOR, 2003. 320 p. (in Russian).
- 2 Vazquez-Landaverde P.A., Torres J.A., Qian M.C. Effect of high-pressure-moderate temperature processing on the volatile profile of milk. *J AgriFoodChem.* 2006. vol. 54. pp. 9184–9192.
- 3 Yurova E.A., Filchakova S.A. Evaluation of the quality and storage capacity of functional milk products. *Milk Processing.* 2019. no. 10. pp. 6–11. (in Russian).
- 4 Yurova E.A. Assessment of the quality and safety of drinking milk. *Dairy industry.* 2017. no. 2. pp. 37–39. (in Russian).
- 5 Deeth H.C., Fitz-Gerald C.H. Lipolytic enzymes and hydrolytic rancidity in milk and milk products. *Advanced Dairy Chemistry.* 2003. no. 2. pp. 247–308.
- 6 Gulla S., Waghray K. Effect of storage on physicochemical characteristics and fatty acid composition of selected oil blends. *J Lip Sci.* 2011. no. 3. pp. 35–46.
- 7 Vyssotski M., Bloor S.J., Lagutin K., Wong H. et al. Efficient separation and analysis of triacylglycerols: quantitation of β -palmitate (OPO) in oils and infant formulas. *J AgriFoodChem.* 2015. vol. 63. pp. 5985–5992.
- 8 Fedotova O.B., Sokolova O.V. Improving methodological aspects and developing a detailed procedure for assessing safety in the storage of products of complex component composition. In: *Innovative technologies for processing and storage of agricultural raw materials and food products: A collection of scientific papers by scientists and specialists on the 90th anniversary of the All-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Sciences.* Moscow, Amirit, 2020. pp. 452–459. (in Russian).
- 9 GOST 32915–2014. Milk and dairy products. Determination of the fatty acid composition in the fat phase by gas chromatography. Moscow, Standartinform, 2014. (in Russian).
- 10 GOST 31756–2012. Animal and vegetable fats and oils. Determination of anisidine value. Moscow, Standartinform, 2014. (in Russian).
- 11 GOST ISO 3960–2013. Animal and vegetable fats and oils. Determination of peroxide value. Moscow, Standartinform, 2014. (in Russian).
- 12 GOST R 50457–92. Animal and vegetable fats and oils. Determination of acid number and acidity. Moscow, Gosstandart of Russia, 1994. (in Russian).
- 13 Pestana J.M., Gennari A., Monteiro B.W., Lehn D.N. Effects of pasteurization and ultra-high temperature processes on proximate composition and fatty acid profile in bovine milk. *AmJFoodTechnol.* 2015. vol. 10(6). pp. 265–272.
- 14 Fayzulina R.A., Samorodnova E.A., Fedotova O.B. Sour-milk products in the nutrition of young children: evolution from traditional to functional. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics.* 2019. no. 4. pp. 133–140. (in Russian).
- 15 Khan I.T., Nadeem M., Imran M., Ajmal M. et al. Antioxidant capacity and fatty acids characterization of heat treated cow and buffalo milk. *Lipids Health Dis.* 2017. pp. 1–13.
- 16 Smiddy Mary A., Huppertz T., van Ruth S.M. Triacylglycerol and melting profiles of milk fat from several species. *International Dairy Journal.* 2012. vol. 24. no. 2. pp. 64–69.
- 17 Celestino E.L., Iyer M., Roginski H. Reconstituted UHT-treated milk effects of raw milk, powder quality and storage conditions of UHT milk on its physico-chemical attributes and flavor. *Inter Dairy J.* 1997. vol. 7. pp. 129–140.

Сведения об авторах

Николай А. Жижин научный сотрудник, ВНИИ молочной промышленности, ул. Люсиновская, 35/7, г. Москва, 115093, Россия, zhizhinmoloko@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6690-0488>

Information about authors

Nikolay A. Zhizhin researcher, All-Russian Research Institute of Dairy Industry, lyusinovskaya str., 35/7, Moscow, 115093, Russia, zhizhinmoloko@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6690-0488>

Вклад авторов

Николай А. Жижин написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Contribution

Nikolay A. Zhizhin wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Поступила 09/07/2020	После редакции 20/07/2020	Принята в печать 29/07/2020
Received 09/07/2020	Accepted in revised 20/07/2020	Accepted 29/07/2020

Влияние ультразвуковой модификации картофельного крахмала на его функционально-структурные свойства и дисперсный состав

Алена А. Руськина	¹	ruskina_a@mail.ru	 0000-0002-2451-9339
Ирина В. Калинина	¹	kalininaiv@susu.ru	 0000-0002-6246-9870
Наталия В. Попова	¹	nvpopova@susu.ru	 0000-0002-7667-9705
Екатерина Е. Науменко	¹	9193122375@mail.ru	 0000-0001-7665-5984
Николай В. Глаз	²	uynlisk@mail.ru	 0000-0001-6480-2828
Лариса В. Уфимцева	²	uynlisk@mail.ru	 0000-0002-3457-3478

¹ Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, пр. им. Ленина, 76, 454080, Россия

² Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН, г. Екатеринбург, ул. Белинского, стр. 112А, 620026, Россия

Аннотация. В настоящее время в пищевой промышленности крахмал активно используется как пищевая добавка, обладающая значительным количеством свойств, благодаря которым можно улучшить качество продукта. Крахмал способен в значительной степени влиять на текстуру пищевого продукта, его часто применяют как загуститель, стабилизатор, наполнитель и компонент, хорошо удерживающий влагу. В промышленности используется крахмалы различного происхождения, в зависимости от цели их применения. Свойства крахмала главным образом зависят от его физических и химических характеристик, соотношения амилозы/амилопектина, а также от среднего размера зерна и процентного соотношения различных размерных групп гранул. В последнее время приоритеты развития пищевой промышленности не только в России, но и во всем мире, лежат в инновационных подходах с применением так называемых «зелёных технологий». В данной работе, мы исследовали возможность получения модифицированных крахмалов с использованием методов ультразвукового воздействия. Установлено, что при воздействии на крахмальные суспензии низкочастотным ультразвуком свойства модифицированного крахмала претерпевают значительные изменения. В частности снижается температура клейстеризации крахмала в среднем на 17 °С, увеличивается выход амилозы из крахмального зерна в 2,8–3,5 раза по отношению к контрольному (нативному) крахмалу. Меняется дисперсный состав крахмальных суспензий. На основании проведенных исследований установлено, что нарастание длительности ультразвукового воздействия приводит к выравниванию размеров частиц. В контрольном образце отсутствуют частицы размерного ряда менее 400 нм с присутствием частиц фракций более 3 000 нм, тогда как при использовании УЗВ в режиме 630 Вт, 10 мин, преобладают частицы размерных фракций (426 ± 10) нм – 35,5% и (678 ± 5) нм – 24,8%. Таким образом, использование УЗВ для модификации крахмала позволяет сформировать продукт с новыми свойствами, что значительно расширяет возможности использования модифицированного крахмала в пищевой промышленности.

Ключевые слова: крахмал, картофельный крахмал, модификация крахмала, ультразвуковое воздействие, размеры гранул, дисперсный состав

The effect of potato starch ultrasonic modification on its functional and structural properties and the particle size

Alena A. Ruskina	¹	ruskina_a@mail.ru	 0000-0002-2451-9339
Irina V. Kalinina	¹	kalininaiv@susu.ru	 0000-0002-6246-9870
Natalia V. Popova	¹	nvpopova@susu.ru	 0000-0002-7667-9705
Ekaterina E. Naumenko	¹	9193122375@mail.ru	 0000-0001-7665-5984
Nikolay V. Glaz	²	uynlisk@mail.ru	 0000-0001-6480-2828
Larisa V. Ufimtseva	²	uynlisk@mail.ru	 0000-0002-3457-3478

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, pr. Lenina, 76, 454080, Russia

² Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, st. Belinsky, str. 112A, 620026, Russia

Abstract. Nowadays, starch is widely used in the food industry as an additive that can improve product quality due to its characteristics. Starch can have a significant effect on the texture of a food product, and works as a thickener, stabilizer, filler and ingredient that locks in moisture well. Different types of starch are used in production, depending on the purpose of their application. Starch properties mainly depend on its physical and chemical characteristics, amylose/amylopectin ratio, and also on the average granule size and percentage ratio of different granule size groups. Currently, the innovation approaches with the use of so-called "green technologies" have been the priorities of food industry development not only in Russia but also all over the world. This paper deals with the possibility of producing modified starches using ultrasonic exposure methods. It was found that the properties of the modified starch suspensions undergo significant changes when exposed to low-frequency ultrasound. In particular, the temperature of starch gelatinization decreases by an average of 17° C, the output of amylose from the starch grain increases by 2.8–3.5 times relative to the native starch. The size of particles in the starch suspensions varies. On the basis of the carried out research it has been established that increase of ultrasonic exposure duration leads to equalizing of particle sizes. The native sample has no particles less than 400 nm in size but there are particles larger than 3,000 nm, while the size of particles exposed to ultrasound (630 W, 10 min) is mostly (426 ± 10) nm (35.5%) and (678 ± 5) nm (24.8%). Thus, the use of ultrasound for starch modification makes it possible to produce a substance with new properties and this significantly expands the possibility of using modified starch in the food industry.)

Keywords: starch, potato starch, starch modification, exposure to ultrasound, granule size, particle size

Для цитирования

Руськина А.А., Калинина И.В., Попова Н.В., Науменко Е.Е., Глаз Н.В., Уфимцева Л.В. Влияние ультразвуковой модификации картофельного крахмала на его функционально-структурные свойства и дисперсный состав // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 176–182. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-176-182

For citation

Ruskina A.A., Kalinina I.V., Popova N.V., Naumenko E.E., Glaz N.V., Ufimtseva L.V. The effect of potato starch ultrasonic modification on its functional and structural properties and the particle size. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 176–182. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-176-182

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации (до 2025 года) и Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 21/01/2020 г. № 20) опираются на то, что для развития этой отрасли необходимы инновационные подходы, приносящие экономический, экологический и социальный эффекты. В последнее время инновационные подходы в пищевой промышленности России всё чаще имеют место быть, однако для стимулирования производителей к внедрению на предприятия таких подходов, необходимо ориентировать их не только на внутренний рынок, но и на экспорт в другие страны [6].

Принято считать, что Россия является «картофельной державой», и для того чтобы занять достойное место среди стран, наиболее эффективно использующих «второй хлеб», необходимо учитывать, что в настоящее время главное для потребителя не только цена-качество, но экологичность продукции. Поэтому все больший интерес в пищевой промышленности вызывают «зелёные» технологии.

Активное развитие картофеле-крахмального производства в России необходимо для решения вопроса импортозамещения крахмала картофельного как нативного, так и модифицированного. Кроме того, глубокая переработка картофеля, в том числе и на крахмал играет важную роль в минимизации потерь картофеля при хранении, а значит и уменьшению финансовых потерь.

В пользу перспективности переработки картофеля на крахмал можно привести весомый аргумент: в европейских странах, таких как Нидерланды, Германия в структуре сырья объем переработки картофеля на крахмал сравним с объемами переработки кукурузы и пшеницы – 30–35%, а в России доля переработки составляет лишь 5–6% [5].

Отличительная особенность картофеле-крахмального производства в России – его приоритетная ориентация на внутренний рынок, поэтому как продукт российский крахмал слабо представлен на международной арене. Как эксперты, так и производители уверены, чтобы зарабатывать на производстве картофельного крахмала, нужно выпускать модифицированный крахмал. Россия закупает порядка 80 тыс. тонн модифицированного крахмала ежегодно, при средней стоимости не 32 руб. за 1 кг как за нативный, а за 90 руб. Но для открытия такого производства нужны отечественные технологии

модификации крахмала, которые будут дешевле зарубежных, и отвечать требованиям и особенностям российского производства [3, 5].

Модифицированный крахмал эксперты называют стратегическим продуктом, поэтому развитие производства различных видов модификаций крахмала, должно быть уделено особое внимание ученых и специалистов как крахмалопаточной, так и смежных отраслей. От успешной реализации этой задачи во многом зависит будущее отечественного картофеле-крахмального производства.

Известно, что картофельный крахмал отличается более крупными зернами (в диапазоне 1 – 100 мкм), минимальным количеством примесей, меньшей калорийностью в сочетании с более высоким содержанием минеральных веществ [3, 9].

К значительным преимуществам картофельного крахмала перед другими видами можно отнести более высокую желирующую способность, прозрачность его клейстеров, а также их более высокую вязкость и реакционно-способность, что приобретает особое значение при получении различных модификаций. При этом свойства крахмала, в первую очередь, определяются размерами его зерен и соотношением полимеров в его составе.

Известно, что в крахмале присутствуют два типа полимеров: амилоза и амилопектин, которые в крахмальном зерне связаны главным образом водородными связями. Химические свойства амилозы и амилопектина абсолютно одинаковы, исключая взаимодействия с йодом: амилоза даёт синее окрашивание, амилопектин – красно-фиолетовое (ближе к красному) (рисунок 1) [8, 11].

Именно амилоза и амилопектин формируют кристаллическую и аморфную области структурного комплекса крахмального зерна (рисунок 2).

Степень кристалличности зерен крахмала может значительно варьировать и, как правило, укладывается в диапазон значений 14–42%, что определяется соотношением полимеров амилозы и амилопектина. В кристаллических областях сильно разветвлены короткие макромолекулы амилопектина. Аморфную же область формируют молекулы амилозы и длинные цепи амилопектина. При формировании и росте зерен крахмала у картофеля боковые цепи амилопектина образуют двойные спирали с плотной структурой и разреженной укладкой. Такая форма полиморфной части зерен свойственна именно картофельному крахмалу и содержит большое количество связанных молекул воды [7].

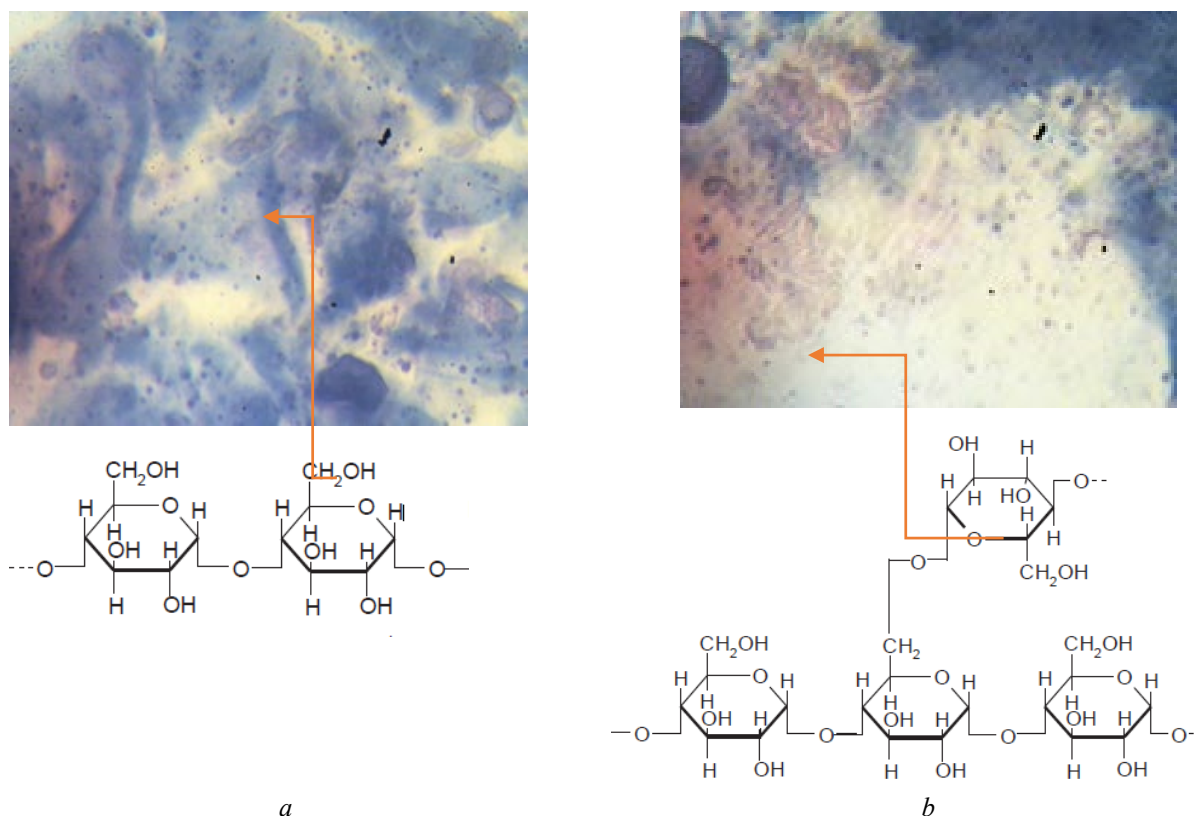


Рисунок 1. Визуализация окрашивания йодом и химическая формула: *a* – амилоза; *b* – амилопектин
 Figure: 1. Visualization of iodine staining and chemical formula: *a* – amylose; *b* – amylopectin

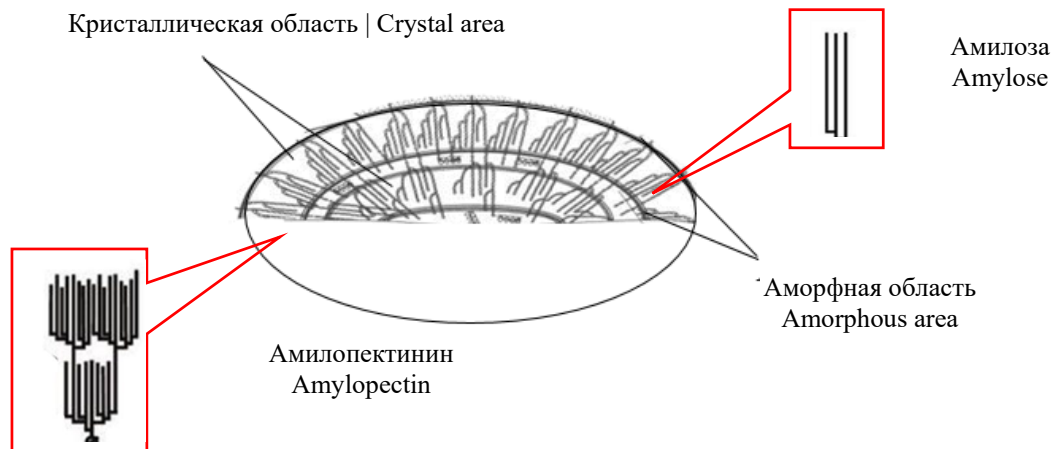


Рисунок 1. Строение крахмального зерна
 Figure 1. Starch grain structure

В момент нагрева крахмальной суспензии, гранулы разбухают до тех пор, пока не будет достигнута точка невозврата, в которой зерна крахмала не могут перейти в исходное состояние. Образующийся при этом крахмальный клейстер представляет собой коллоидную систему (крахмальную дисперсию), в которой дисперсной фазой являются набухшие зерна крахмала, а дисперсионную среду образует растворенный в воде крахмал (главным образом амилоза) [1, 2, 4, 16].

Целью настоящего исследования стало изучение возможности сонохимической модификации картофельного крахмала и установление влияния ультразвукового воздействия на его свойства.

Материалы и методы

Для проведения исследований использовался картофель сорта Браслет, предоставленный НИИ Картофелеводства г. Челябинска. Сорт картофеля Браслет – среднеранний. Клубни овальные, желтые, глазки неокрашенные мелкие с небольшой бровью. Мякоть светло-желтая, не темнеющая при варке. Среднее содержание крахмала 16–18%.

Из картофеля данного сорта был получен крахмал известным способом, который соответствовал требованиям ГОСТ Р 53876–2010 Крахмал картофельный. Технические условия. Опытные образцы 1%-ой суспензии крахмала картофельного обрабатывались ультразвуком на акустическом источнике упругих колебаний ультразвуковым приборе «Волна» модель УЗТА–0,63/22-ОМ, работающем на частоте $22 \pm 1,65$ кГц и выходной мощности 630 Вт, при разных условиях (таблица 1) с контролем температуры не более 50 градусов. Затем полученные суспензии высушивали до влажности товарного продукта.

Таблица 1.

Параметры процесса получения модифицированных крахмалов с использованием ультразвукового воздействия (УЗВ)

Table 1.

Parameters of the process of obtaining modified starches using ultrasonic action (US)

Режимы УЗВ Modes US			
Контроль Control			
Температура, °C Temperature, °C			
23,0±0,2	37,5±0,3	30,8±0,2	31,5±0,3
Коды образцов Sample codes			
К	МК-1	МК-2	МК-3

Установлено, что используемые параметры процесса модификации картофельного крахмала (концентрация крахмальной суспензии, режимы УЗВ) позволяют обеспечить эффективное течение процесса и получение крахмала высокого качества с заданными свойствами.

Для изучения влияния УЗВ из полученного модифицированного крахмала и нативного готовили 4-х% крахмальные суспензии, которые подвергали тепловой обработке для дальнейшего исследования. Определяли начальную, конечную и среднюю температуру клейстеризации нативного и модифицированного крахмалов. Содержание амилозы в крахмале определяли с использованием метода связывания йода. Метод заключается в определении интенсивности окраски йодом раствора амилозы, извлекаемой из поврежденного крахмала при точно соблюдаемых условиях. Абсорбцию полученного раствора измеряли при 625 нм на спектрофотометре. Размеры крахмальных зерен определялись с помощью лазерного дифракционного анализатора размеров частиц – Microtrak.

Результаты и обсуждение

Установлено, что крахмал клейстеризуется при более низких температурах (таблица 2). Образец МК-1 клейстеризуется при средней температуре 44,6 °С, а образец МК-2 – при 52,3 °С. При этом, клейстер на основе модифицированного крахмала характеризуется большей однородностью и прозрачностью, меньшей вязкостью и после остывания реорганизуется в пластичный студень, обладающий нейтральным вкусом и запахом.

Таблица 2.

Температура клейстеризации исследуемых образцов крахмала

Table 2.

Gelatinization temperature of the studied starch samples

Образцы крахмала Starch samples	Температура клейстеризации, °C Gelatinization temperature, °C		Средняя температура клейстеризации, °C Average temperature of gelatinization, °C
	начальная start	конечная final	
К	59,0	65,0	К
МК-1	42,3	46,8	МК-1
МК-2	51,5	53,0	МК-2
МК-3	54,8	57,2	МК-3

Результаты определения выделившейся амилозы представлены в таблице 3 и свидетельствуют о том, что ультразвуковая модификация крахмала приводит к значительному росту данного показателя в 2,8–3,5 раза по отношению к контролю.

Таблица 3.

Выделение амилозы из крахмального зерна

Table 3.

Isolation of amylose from starch grain

Образцы крахмала Starch samples	К	МК-1	МК-2	МК-3
Выделившаяся амилоза Released amylose	0,0143	0,0500	0,0429	0,0400

Ряд исследований, представленных в литературе, свидетельствует о том, что ультразвук способен вызывать физическую деградацию гранул крахмала с видимыми трещинами и порами на поверхности, что вероятно приводит к разрыву водородных связей амилопектина. В свою очередь через образовавшиеся поры, амилоза частично диффундирует из аморфной части зерен и переходит в раствор, чем вероятно и обусловлены полученные результаты. [4, 10, 12, 13, 17–18].

Кроме того, более активное выделение амилозы из крахмального зерна, обработанного ультразвуком, может быть обусловлено изменением дисперсного состава крахмальных зерен после УЗВ, эффектом микронизации [8, 13–15].

По этой причине, на следующем этапе была проведена оценка дисперсного состава исследуемых образцов крахмала, результаты которой представлены в таблице 4.

Исследование дисперсного состава модельных растворов крахмальных суспензий в сравнении с контролем показало, что метод ультразвукового воздействия обуславливает

изменение состояния дисперсной системы крахмальных растворов, что приводит к выравниванию размеров частиц. В контрольном образце

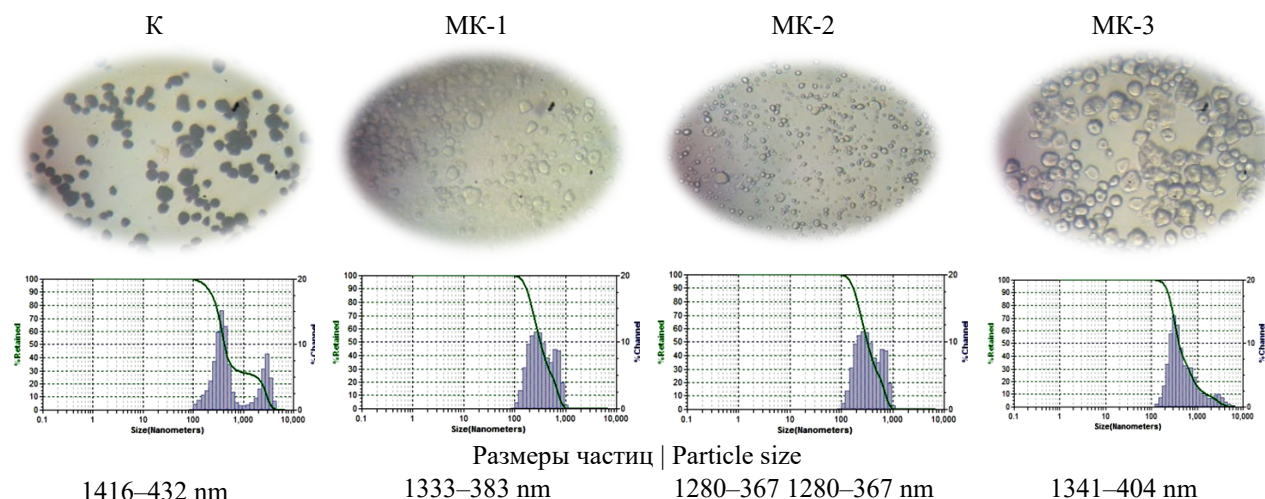
крахмальной суспензии отсутствуют частицы размерного ряда менее 400 нм с присутствием частиц фракций более 900 нм и более 3 000 нм.

Таблица 4.

Дисперсный состав крахмальных растворов исследуемых образцов

Table 4.

Disperse composition of starch solutions of the test samples



Эффект микронизации модифицированных крахмальных растворов максимально выражен при УЗВ мощностью 630 Вт в течение 10 мин, при этом режиме дисперсный состав значительно меняется, в дисперсии преобладают частицы двух фракций: (426 ± 10) нм – 35,5% и (678 ± 5) нм – 24,8%. При этом дальнейшее увеличение продолжительности воздействия УЗ не приводит к существенному уменьшению размера частиц.

Заключение

На основании проведенных исследований установлено, что ультразвуковое воздействие

помогает изменить морфологию крахмальных зёрен, частицы становятся меньшего размера, приближаются к аморфному состоянию, что приводит к изменению состояния дисперсной системы крахмальных растворов. При этом полученные крахмальные суспензии клейстеризуются при более низких температурах. В полученных образцах модифицированных крахмалов меняется соотношение полимеров: амилоза – амилопектин. Что приводит к изменению технологических характеристик, это позволяет использовать данный модифицированный крахмал как стабилизатор.

Литература

- 1 Лукин Н.Д., Бородин Э.М., Папахин А.А. и др. Исследование действия амилалитических ферментов на нативный крахмал различных видов в гетерогенной среде // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 10. С. 62–64.
- 2 Никитина Е.В., Решетник О.А., Губайдуллин Р.А. Биотехнологические аспекты применения амилалитических ферментов в пищевой промышленности // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 13. С. 148–153.
- 3 Никитина Е.В., Габдукаева Л.З. Сравнительная характеристика физико-химических и морфологических свойств модифицированных картофельных крахмалов // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 13. С. 228–230.
- 4 Потороко И.Ю., Малинин А.В., Цатуров А.В., Руськина А.А. и др. Разработка технологии модификации крахмала. Часть 1: Ультразвуковое воздействие в охлаждающей системе // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2018. Т. 6. № 4.
- 5 Соломин Д.А., Соломина Л.С. Инновации в производстве и применении модифицированных крахмалов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2014. № 3. С. 19–22.
- 6 Стратегия повышения качества пищевой продукции на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ № 1364-р от 29.06.2016 г.
- 7 Халиков Р.М., Нигаматуллина Г.Б. Трансформации макромолекул амилозы и амилопектина при технологической переработке крахмальных гранул растительного сырья в пищевой промышленности // Nauka-rastudent.ru. 2015. № 1. С. 51–51.
- 8 Шестаков, С.Д., Красуля О.Н., Богуш В.И., Потороко И.Ю. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции. Санкт-Петербург, 2013.
- 9 Ягофаров Д.Ш., Канарский А.В., Сидоров Ю.Д., Поливанов М.А. Физико-химические свойства картофельного крахмала // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 12. С. 212–215.

- 10 Kaur B., Ariffin F., Bhat R., Karim A.A. Progress in starch modification in the last decade // Food Hydrocolloids. 2012. V. 26. P. 398–404.
- 11 Garcia-Alonso A., Jimenez-Escrig A., Martin-Carron N., Bravao L., Saura-Calixto F. Assessment of some parameters involved in the gelatinization and retrogradation of starch // Food Chemistry. 1999. V. 66. № 2. P. 181–187.
- 12 Krasulya O., Bogush V., Trishina V., Potoroko I. et al. Impact of acoustic cavitation on food emulsions // Ultrasonics Sonochemistry. 2016. V. 30. P. 98–102.
- 13 Kalinina I., Ruskina A., Fatkullin R., Naumenko N. et al. The application of ultrasound for the regulation of the starch gel viscosity // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2020. V. 26. № 3. P. 690–695.
- 14 Sujka M. Ultrasonic modification of starch – Impact on granules porosity // Ultrasonics Sonochemistry. 2017. V. 37. P. 424–429.
- 15 Sujka M., Jamroz J. Ultrasound-treated starch: SEM and TEM imaging, and functional behavior // Food Hydrocolloids. 2013. V. 31. P. 413–419.
- 16 Morikawa K., Nishinari K. Rheological and DSC studies of gelatinization of chemically modified starch heated at various temperatures // Carbohydrate Polymers. 2000. V. 43. № 3. P. 241–247.
- 17 Shabana S., Prasansha R., Kalinina I., Potoroko I. et al. Ultrasound assisted acid hydrolyzed structure modification and loading of antioxidants on potato starch nanoparticles // Ultrasonics Sonochemistry. 2018. P. 1–7.
- 18 Iida Y., Tuziuti T., Yasui K., Towata A. et al. Control of viscosity in starch and polysaccharide solutions with ultrasound after gelatinization // Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2008. V. 9. P. 140–146.

References

- 1 Lukin N.D., Borodina E.M., Papakhin A.A. et al. Analysis of the Action of Amylolytic Enzymes on Native Starch of Various Types in a Heterogeneous Medium. Achievements of science and technology of agro-industrial complex. 2013. no. 10. pp. 62–64. (in Russian).
- 2 Nikitina E.V. Reshetnik O.A., Gubaydullin R.A. Biotechnological Aspects Of The Use Of Amylolytic Enzymes In Food Industry. Bulletin of Kazan Technological University. 2013. vol. 16. no. 13. pp. 148–153. (in Russian).
- 3 Nikitina E.V. Gabdukaeva L.Z. Comparative Characteristics Of Physical And Chemical And Morphological Properties Of Modified Potato Starches. Bulletin of Kazan Technological University. 2012. vol. 15. no. 13. pp. 228–230. (in Russian).
- 4 Potoroko I.Yu., Malinin A.V., Tsaturov A.V., Ruskina A.A. et al. Development of a Technology of Starch Modification. Part 1: Exposure to Ultrasound in a Cooling System. Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology. 2018. vol. 6. no. 4. (in Russian).
- 5 Solomin D.A., Solomina L.S. Innovations in the production and use of modified starches. Storage and processing of agricultural raw materials. 2014. no. 3. pp. 19–22. (in Russian).
- 6 Strategy For Improving The Quality Of Food Products For The Period Until 2030: Order of the Government of the Russian Federation No.1364-p of June 29, 2016. (in Russian).
- 7 Khalikov R.M., Nigmatullina G.B. Transformation Of Amylase And Amylopectin Macromolecules During Processing Of Starch Granules Of Vegetable Raw Material In Food Industry. Nauka-rastudent.ru. 2015. no. 1. pp. 51–51. (in Russian).
- 8 Shestakov S.D., Krasulya O.N., Bogush V.I., Potoroko I.Yu. Technology And Equipment For Processing Of Food Environments Using Cavitation Disintegration. St. Petersburg, 2013. (in Russian).
- 9 Yagofarov D.Sh., Kanarskiy A.V., Sidorov Yu.D., Polivanov M.A. Physical And Chemical Properties Of Potato Starch. Bulletin of Kazan Technological University. 2012. vol. 15. no. 12. pp. 212–215. (in Russian).
- 10 Kaur B., Ariffin F., Bhat R., Karim A.A. Progress in starch modification in the last decade. Food Hydrocolloids. 2012. vol. 26. pp. 398–404.
- 11 Garcia-Alonso A., Jimenez-Escrig A., Martin-Carron N., Bravao L., Saura-Calixto F. Assessment of some parameters involved in the gelatinization and retrogradation of starch. Food Chemistry. 1999. vol. 66. no. 2. pp. 181–187.
- 12 Krasulya O., Bogush V., Trishina V., Potoroko I. et al. Impact of acoustic cavitation on food emulsions. Ultrasonics Sonochemistry. 2016. vol. 30. pp. 98–102.
- 13 Kalinina I., Ruskina A., Fatkullin R., Naumenko N. et al. The application of ultrasound for the regulation of the starch gel viscosity. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2020. vol. 26. no. 3. pp. 690–695.
- 14 Sujka M. Ultrasonic modification of starch – Impact on granules porosity. Ultrasonics Sonochemistry. 2017. vol. 37. pp. 424–429.
- 15 Sujka M., Jamroz J. Ultrasound-treated starch: SEM and TEM imaging, and functional behavior. Food Hydrocolloids. 2013. vol. 31. pp. 413–419.
- 16 Morikawa K., Nishinari K. Rheological and DSC studies of gelatinization of chemically modified starch heated at various temperatures. Carbohydrate Polymers. 2000. vol. 43. no. 3. pp. 241–247.
- 17 Shabana S., Prasansha R., Kalinina I., Potoroko I. et al. Ultrasound assisted acid hydrolyzed structure modification and loading of antioxidants on potato starch nanoparticles. Ultrasonics Sonochemistry. 2018. pp. 1–7.
- 18 Iida Y., Tuziuti T., Yasui K., Towata A. et al. Control of viscosity in starch and polysaccharide solutions with ultrasound after gelatinization. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2008. vol. 9. pp. 140–146.

Сведения об авторах

Алена А. Руськина старший преподаватель, кафедра пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, ruskina_a@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2451-9339>

Information about authors

Alena A. Ruskina senior teacher, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenina av., 76, Chelyabinsk, 454080, Russia, ruskina_a@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2451-9339>

Ирина В. Калинина к.т.н., доцент, кафедра пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, kalininaiv@susu.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6246-9870>

Наталья В. Попова к.т.н., доцент, кафедра пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, nvpopova@susu.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-7667-9705>

Екатерина Е. Науменко студент, кафедра инфокоммуникационных технологий, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, 9193122375@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-7665-5984>

Николай В. Глаз к.с.-х.н., заведующий, отдел садоводства, Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства, ул. Гидрострой, 16, пос. Шершни, г. Челябинск, 454902, Россия, uynlisk@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-6480-2828>

Лариса В. Уфимцева к.б.н., доцент, заведующий, отдел инструментальных методов исследований, Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства, ул. Гидрострой, 16, пос. Шершни, г. Челябинск, 454902, Россия, uynlisk@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3457-3478>

Irina V. Kalinina Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenina av., 76, Chelyabinsk, 454080, Russia, kalininaiv@susu.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6246-9870>

Natalia V. Popova Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenina av., 76, Chelyabinsk, 454080, Russia, nvpopova@susu.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-7667-9705>

Ekaterina E. Naumenko student, infocommunication technologies department, South Ural State University, Lenina av., 76, Chelyabinsk, 454080, Russia, 9193122375@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-7665-5984>

Nikolay V. Glaz Cand. Sci. (Engin.), head, gardening department, South Ural research Institute of horticulture and potato production, st. Hidrostroy, 16, pos. Shershni, Chelyabinsk, 454902, Russia, uynlisk@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-6480-2828>

Larisa V. Ufimtseva Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, head, instrumental research methods department, South Ural research Institute of horticulture and potato production, st. Hidrostroy, 16, pos. Shershni, Chelyabinsk, 454902, Russia, uynlisk@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3457-3478>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 03/08/2020	После редакции 11/08/2020	Принята в печать 18/08/2020
Received 03/08/2020	Accepted in revised 11/08/2020	Accepted 18/08/2020

Современные методы идентификации «черной» икры

Наталья Н. Харченко ¹	natalyushka_lolo@mail.ru	 0000-0002-1546-2801
Ирина Н. Игонина ²	igonina@vniro.ru	 0000-0001-9162-2689
Нина И. Дунченко ³	dunchenko.nina@ya.ru	 0000-0002-6158-9854

¹ Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, ул. Савушкина, 1, Астрахань, 414056, Россия

² Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Верхняя Красносельская, 17, Москва, 107140, Россия

³ Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, г. Москва 127550, Россия)

Аннотация. Решение актуальных проблем повышения качества и безопасности пищевой рыбной продукции возможно только в случае применения современных и объективных методов анализа. Обеспечение должного качества и безопасности выпускаемых предприятиями икорных рыбных изделий возможно посредством соблюдения межгосударственных и национальных стандартов, нормативных документов. Действующий в настоящее время ГОСТ 30812 «Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации икры рыб семейства осетровых» основанный на установлении морфологических признаков икры рыб семейства осетровые является результатом научно-исследовательских работ, проведенными ООО «Каспробтестцентр» и Российской Академии наук за период 1997–1998 гг. Приведенные в стандарте морфологические признаки икры рыб семейства осетровые, зависят от различных факторов, и не позволяют установить принадлежность к виду. Морфологические признаки икры (величина зерна, цитогенетическая структура) – изменяющиеся показатели, которые зависят от множества факторов влияющих на физиологическое состояние рыбы в процессе выращивания. Современные исследования, проведенные группой стандартизации и нормирования Волжско-Каспийского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии совместно с лабораторией молекулярной генетики Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии указывают, что более достоверным способом идентификации икры является установление молекулярно-генетических признаков. Генетические особенности – устойчивый критерий, отражающий наследственный материал родителей. Международным техническим комитетом МТК/ТК 300 «Рыбные продукты пищевые, кормовые, технические и упаковка» разработан актуализованный стандарт «Продукция рыбная пищевая. Метод идентификации икры рыб семейства осетровых». В основе разработки методов идентификации предлагается применение комплекса визуально выявляемых признаков макро- и микроскопической структуры икринок осетровых и веслоносовых видов рыб и молекулярно-генетический метод. Актуализованный стандарт, включающий современный молекулярно-генетический метод идентификации осетровых рыб и веслоносовых, обеспечит нормативно-техническую базу функционирования системы прослеживаемости, что позволит значительно снизить долю нелегальной, контрафактной и фальсифицированной продукции.

Ключевые слова: икра-сырец, осетровые рыбы, веслонос, методы идентификации, молекулярно-генетический метод, морфологический метод, фальсификация икры, аквакультура, технический регламент

Modern methods for identification of sturgeons caviar

Natalya N. Harchenko ¹	natalyushka_lolo@mail.ru	 0000-0002-1546-2801
Irina N. Igonina ²	igonina@vniro.ru	 0000-0001-9162-2689
Nina I. Dunchenko ³	dunchenko.nina@ya.ru	 0000-0002-6158-9854

¹ Volga-Caspian branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography, 1, Savushkina, st. Astrakhan, 414056, Russia

² Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography, 17, V. Krasnoselskaya, Moscow, 107140 Russia

³ Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, st., 49, Timiryazevskaya 127550 Russia

Abstract. Solving the current problems of improving the quality and safety of food fish products is possible only if modern and objective methods of analysis are used. Ensuring the proper quality and safety of wild fish products produced by enterprises is possible through compliance with interstate and national standards and regulatory documents. Currently operating GOST 30812 "Raw materials and food products. The method of identifying sturgeon fish caviar" based on the establishment of morphological features of sturgeon fish caviar is the result of research work carried out by the Kasprybtstcenter and the Russian Academy of Sciences for the period 1997–1998. The morphological features of sturgeon fish caviar specified in the standard depend on various factors, and do not allow to establish belonging to the species. Morphological signs of caviar (grain size, cytogenetic structure) are changing indicators that depend on many factors that affect the physiological state of fish during cultivation. Modern studies conducted by the standardization and rationing group of the Volga-Caspian branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography together with the laboratory of molecular genetics of Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography indicate that the more reliable way to identify caviar is to establish molecular genetic features. Genetic features are a stable criterion that reflects the hereditary material of parents. Developed an updated standard "Fish food products. Method for identifying the caviar of fishes of the sturgeon family." The development of identification methods is based on the use of a complex of visually detectable signs of the macro and microscopic structure of the eggs of sturgeon and paddle-bearing fish species and the molecular genetic method Updated standard "Raw materials and food products. The method of identification of sturgeon fish caviar", supplemented by the modern molecular genetic method of identification of sturgeon fish and oatmeal, will provide a regulatory and technical basis for the functioning of the traceability system from the place of obtaining raw caviar to the store counter, which will significantly reduce the share of illegal, counterfeit and falsified products the functioning of the traceability system from the place of receipt of raw caviar to the store counter, which will significantly reduce the share of illegal, counterfeit and counterfeit products.

Keywords: sturgeon caviar, paddlefish caviar, identifications methods, molecular genetic method, morphological method, falsification of caviar, aquaculture, technical Committee, technical regulations

Для цитирования

Харченко Н.Н., Игонина И.Н., Дунченко Н.И. Современные методы идентификации «черной» икры // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 183–188. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-183-188

For citation

Harchenko N.N., Igonina I.N., Dunchenko N.I. Modern methods for identification of sturgeons caviar. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 183–188. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-183-188

Введение

Первые сведения о производстве икры в Астраханской области относятся к XVIII веку, другие источники свидетельствуют о поставке икры к царскому столу еще в XVI веке. Расцвет производства черной икры пришелся на XIX-й и XX-й века, когда мировым центром вылова и обработки осетровых видов рыб стала Астраханская губерния (Астраханская область). Это определялось биологическим разнообразием осетровых рыб Волжско-Каспийского бассейна, спецификой промысла и технологией производства икры. Рыбу вылавливали во время нерестового хода в реки, икру получали исключительно от живой рыбы.

Влияние комплекса природных (сейсмические явления, водность, колебания солености и уровня воды, изменения кормовой базы) и антропогенных (активное освоение запасов осетровых, ННН-промысел, развитие хозяйственной деятельности) факторов привели к катастрофическому состоянию популяции осетровых и полному запрету их промысла. Из 27 видов рыб отряда осетрообразных, 85% находятся на грани исчезновения [1, 2].

Запрет на коммерческий вылов (добычу) осетровых рыб из естественных водоемов привел к активному развитию аквакультуры и получению новых пород гибридов. В связи с успехами в области товарного осетроводства и его перспективного икорно-товарного направления, появились возможности использования различных видов сырья для изготовления икорной продукции. Согласно данным Росстата объем продукции икорно-товарного осетроводства в 2018 г. составил 44 тонны [3]. На прилавки торговых организаций вернулась икорная рыбная продукция, полученная от рыб осетровых видов и пород, выращенных в искусственных условиях.

На сегодняшний день российскими хозяйствами-лидерами икорно-товарного осетроводства являются ООО «Рыбоводно-воспроизводственный комплекс «Раскат» (г. Астрахань), ООО «Астраханская Рыбоводная Компания «Белуга», РТФ «Диана» (Волгоградская область), ООО «Кармановский рыбхоз» (Республика Башкортостан, г. Уфа), ГК «Русский икорный дом» (Вологодская обл.), ГК «Горкунов» (Московская область), ООО "РК "Акватрейд" (г. Астрахань), ООО «Кубанский завод осетровых» (Краснодарский край), Ржевский рыбноводный комплекс (бренд «Золото Каспия», Тверская область), Волгореченское рыбное хозяйство (Костромская область, г. Волгореченск) [4]. Обеспечение должного качества и безопасности, выпускаемых предприятиями

икорных рыбных изделий возможно посредством соблюдения действующих межгосударственных и национальных стандартов, нормативных документов.

Отличаясь высокой стоимостью и уникальной пищевой ценностью, черная икра имеет устойчивый спрос у потребителей, как в пределах страны, так и за рубежом, что сформировало проблему ее частой фальсификации – информационной, ассортиментной, квалитетической, количественной. Согласно данным СИТЕС, в 2018 году на долю икры, полученной из аквакультуры, приходилось 95% общего мирового импорта по весу. Это означает, что икра, полученная от диких осетровых, все еще реализуется [5].

Под видом черной икры рыб семейства осетровые и веслоносые реализуется крашеная икра частиковых видов рыб, недорогая имитированная или аналоговая продукция, натуральная икра с добавлением 15–20% искусственной. Так, по данным лаборатории молекулярной генетики ФГБНУ «ВНИРО» в 2018 г. зафиксировано 1075 случаев нарушений при реализации продукции из осетровых видов рыб:

- 12 банок икры, маркированной как продукция аквакультуры РФ различных хозяйств, при проверке оказалась икрой, произведенной в аквакультуре республики Китай;
- 1 банка икры с аквакультурной продукцией РФ не соответствовала видовому составу, указанному на банке;
- 806 банок – браконьерская продукция Дальневосточного происхождения;
- 58 банок – браконьерская продукция Каспийского происхождения;
- 191 банка – нелегальная продукция аквакультуры из Китая;
- 7 банок – имитация икры, искусственный продукт.

Кроме этого, на рынке встречается продукция, изготовленная с несоблюдением технологии производства, режимов хранения, допустимых норм закладки консервантов, с внесением пищевых добавок, не включенных в нормативную или техническую документацию (загустители, красители, стабилизаторы цвета) или полученная нелегальным способом. Таким образом, для фальсификации икорной продукции складывается благоприятная ситуация в связи с отсутствием законодательно закреплённых документов, обязывающих проводить молекулярно-генетический анализ.

В Российской Федерации одним из приоритетных направлений развития рыбохозяйственного комплекса является обеспечение населения пищевой рыбной продукцией,

соответствующей требованиям Технических регламентов Евразийского экономического союза. Пищевая рыбная продукция должна обладать совокупностью характеристик, включающих безопасность, потребительские свойства, энергетическую и пищевую ценность, аутентичность. Для обеспечения населения безопасной и качественной пищевой рыбной продукцией должны соблюдаться требования технических регламентов [6], Федерального закона Российской Федерации № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [7], Федерального закона Российской Федерации № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» [8], стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. [9].

Материалы и методы

Пробы икры рыб веслоносовых и осетровых, (русского и сибирского осетра, шипа, белуги, стерляди, бестера), массой по 50 грамм отбирали в пластиковые банки с закручивающимися крышками на НЭКА БИОС ВКФ «ФГБНУ» («КаспНИРХ») в весенний и осенний периоды 2019 г. Образцы щучьей, лососевой, имитированной осетровой и окрашенной щучьей икры были приобретены в розничных магазинах г. Астрахань.

Отличительные характеристики различных видов рыб устанавливали в соответствии с ГОСТ 30812–2002. При проведении идентификации 15–20 штук интактных икринок исследуемых видов помещали в стакан с кипящей водой на 5 минут. Объемное соотношение пробы и воды 1:40. В результате кипячения содержимое икринок коагулировало, после чего они легко разрезались.

Другую часть икры в количестве 15–20 штук фиксировали в 4% растворе формалина или растворе Буэна кипячение не проводили. Далее раствор формалина из банки с пробой сливали, пробы промывали большим количеством дистиллированной воды. После фиксации икринки разрезали скальпелем на две половины. Пробы паюсной, икры рассекали так, чтобы получить тонкий срез-пластинку. Пробы просматривались под микроскопом при увеличении от 40^x до 60^x.

Для определения микропилярных каналов (микропиле) у икринки находили анимальный полюс, разрезали. В срезанную часть икринки между оболочкой и цитоплазмой вводили препаровальную иглу, отделяя цитоплазму от оболочки.

Исследование химического состава образцов икры проводили по ГОСТ 7636–85.

Результаты и обсуждение

В соответствии с действующими документами идентификацию икры рыб семейства осетровые проводят по ГОСТ 30812–2002 «Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации

икры рыб семейства осетровых». [10] Действующий стандарт был разработан на основе методики «Сырье и продукты пищевые. Методика идентификации икры рыб семейства осетровые в сырье, полуфабрикатах, икорных продуктах». Положения, приведенные в ней, предусматривали способы идентификации икры-сырца от осетровых рыб естественных популяций («диких») стандартной стадии зрелости или икорной продукции путем определения морфологических признаков. Однако результаты такой оценки не дают полного представления о виде рыбы, от которого получена икра и ее происхождении.

Согласно требованиям технического регламента ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (далее ТР ЕАЭС 040/2016) [6], продукция из икры рыб (икра – зерно, зернистая, ястычная, паюсная, пастеризованная и икорные рыбные изделия), является объектом технического регулирования.

Процедуру идентификации пищевой рыбной продукции осуществляют одним или несколькими методами: по наименованию, визуально, органолептически, аналитически.

Для такого уникального сырья, как черная икра данные методы идентификации относительны и большей частью субъективны. При этом органолептический метод применяется если невозможно идентифицировать продукцию по наименованию и визуально. Аналитический метод используется в случае невозможности идентификации продукции одним из перечисленных методов и осуществляется установлением тождественности показателей продукции (морфологических, физических, химических, биохимических и микробиологических) аутентичным природным образцам. Определить происхождение производителя икры (дикого, выловленного из природных водоемов; аквакультурного, выращенного в полувольных условиях или искусственно созданной среде обитания) органолептически, визуально или по наименованию невозможно.

Аналитический метод идентификации, основанный на анализе химического состава икры-сырца осетровых видов рыб, веслоноса и щуки (наиболее часто окрашиваемую и имитируемую под черную икру осетровых рыб) также показывает сопоставимые значения. Например, содержание белка в икре находится в близких интервалах (для белуги и осетра от 23,0 до 27,5%, севрюги и щуки – от 26,4 до 30,0%). Данные о размере икринок рыб, приведенные в таблице 1, свидетельствуют о том, что наиболее крупными являются икринки белуги (до 5,0 мм), мелкими – веслоноса (до 1,2 мм), размер икринок остальных рыб в среднем составляет 3,0 мм.

Химический состав и размер икринок некоторых видов рыб

Table 1.

Chemical composition and size of the eggs of some fish species

Виды рыб Fish species	Среда обитания Habitat	Содержание, % Content, %				Размер икринок, мм Size of eggs, mm
		Белок Protein	Жир Lipid	Вода Moisture	Мин. вещества Ash	
Белуга (<i>Huso huso</i>)	естественная wild	23,5–27,5	14,5–17,5	51,0–58,0	1,2–1,5	3,0–5,0
	аквакультура	25,0–26,5	12–14,0	58,0–60,0	1,0–1,5	3,0–4,5
Стерлядь (<i>Acipenser ruthenus</i>)	aquaculture	16,5–17,5	16,0–17,5	56,0–58,0	1,0–1,2	1,9–2,5
Севрюга (<i>Acipenser stellatus</i>)	естественная	26,5–30,0	12,5–18,0	47,5–55,0	1,2–1,5	2,0–3,0
	wild	23,0–27,0	11,0–17,0	51,5–58,5	1,2–1,5	3,0–4,0
Осетр (<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>)	аквакультура	26,0–28,0	14,0–15,5	55,0–57,0	1,4–1,5	3,0–3,5
Веслонос (<i>Polyodon spathula</i>)		25–27,5	14,5–16,0	55,0–57,0	1,5–1,8	1,0–1,2
Шип (<i>Acipenser nudipectus</i>)	aquaculture	24–26	15–16	59–62	1,4–2,0	2,5–3,4
Щука (<i>Esox lucius</i>)	естественная wild	26,4–29,8	1,5–2,5	64,6–68,3	1,9–2,0	2,5–2,6

Примечание: Химический состав рыб естественной среды обитания – литературные данные [11]

Note: Chemical composition of fish of natural habitat – literary data [11]

Очевидно, что достоверно идентифицировать принадлежность икры к семейству осетровые или веслоносые по химическому составу невозможно, так же как и выявить факты фальсификации или легальности происхождения [12].

В ходе разработки стандарта были исследованы и уточнены морфологические характеристики ооцитов рыб семейств осетровые и веслоносые, выращенных в условиях аквакультуры. Отмечен комплекс выбранных идентификационных признаков, который соответствует строению и свойствам исключительно ооцитов рыб отряда осетрообразные: внешний вид икринок, состояние цитоплазмы и оболочки после фиксации, структурированность оболочки, наличие структурных признаков для пигментированной и непигментированной икры. Установлено, что в спорных случаях, следует проводить дополнительный анализ по определению наличия микропиле (особенно важный признак идентификации икры рыб семейств осетровые и веслоносые, подделать который практически невозможно). Расположение микропилярных каналов в ооцитах рыб семейства веслоносые аналогично осетровым: они пронизывают оболочки яйца на небольшом участке анимального полюса.

Кроме того, проведенные опыты показали, что икринки аналоговой икорной продукции при кипячении разрушаются, желточная масса не коагулирует. У некоторых образцов аналогов икры, оболочка при кипячении не разрушается, сохраняет форму, но при этом значительно светлеет, бульон приобретает характерную окраску (становится розовым, мутным или темно-серым, с ярко выраженным рыбным запахом, на поверхности появляются капельки жира). В имитированной икре локализация пигментов всегда разная: встречаются образцы с однородным окрашиванием всего объема

интактной икринки, беспорядочное вкрапление цветных частиц или наблюдается окрашивание верхней оболочки.

Таким образом, при осуществлении актуализации положений разрабатываемого проекта ГОСТ и лабораторных исследованиях идентификации проб икры была подтверждена работоспособность методики. Однако, разрешающая способность предложенного варианта идентификации ограничивается способностью отличать икру осетровых (без идентификации до вида) от икры других видов рыб (лососевых, щуки), а также от полностью искусственных подделок.

Для борьбы с фальсификацией требуется надежная система прослеживаемости по всей цепочке производства икорной продукции (от места получения икры до прилавка), в основе которой должно быть применение современных методов объективного анализа [13]. Опытным путем установлено, что метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) с последующим секвенированием ДНК оптимален для определения видовой принадлежности черной икры и установления наличия примесей икры других видов рыб, в том числе подвергавшейся термической обработке.

Учитывая приведенные факторы, при рассмотрении стандарта ГОСТ 30812 – 2002 «Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации икры рыб семейства осетровых» [10] было принято решение о расширении области его применения дополнительным объектом стандартизации (веслонос) и молекулярно-генетическим методом анализа.

Такой подход обусловлен включением рыб семейства веслоносые в Перечень видов животных и растений, подпадающих под действие конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися

под угрозой исчезновения (СИТЕС) [1], а также утверждением Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019–2027 годы, применяемых в животноводстве и аквакультуре [14].

Молекулярно-генетический метод анализа устанавливает способ секвенирования ДНК по Сенгеру с использованием флуоресцентно-меченных терминаторов реакции и капиллярного электрофореза [15]. Распространяется на секвенирование участков ДНК разного происхождения с подобранными условиями амплификации при условии получения специфического ампликона без дополнительных полос и допускает изменение качественного состава праймеров для амплификации ДНК. Представленный в проекте стандарта молекулярно-генетический метод анализа может применяться для идентификации икры-сырца и продукции из нее таких видов рыб семейства осетровые как русский осетр «GUE» (*Acipenser gueldenstaedtii*), русский осетр «BL» (гаплотип *baerii-like*) (*Acipenser gueldenstaedtii*), сибирский осетр (*Acipenser baerii*), белуга (*Huso huso*), калуга (*Huso dauricus*), шип (*Acipenser nudiiventris*), стерлядь (*Acipenser ruthenus*), севрюга (*Acipenser stellatus*), амурский осетр (*Acipenser schrenckii*), китайский осетр (*Acipenser sinensis*) и семейства веслоносые (*Polyodon spathula*).

Выявление и фиксация видовых, расовых и экологических различий таксономических единиц тестируемой икры позволит определять принадлежность производителей к определенным осетровым рыболовным заводам РФ и осуществлять контроль за деятельностью браконьеров, что обеспечит выпуск качественной и безопасной икорной продукции.

В актуализированном проекте стандарта дополнительно разработана форма заключения идентификации икры рыб молекулярно-генетическим методом.

Работы по актуализации положений стандарта были проведены подкомитетом по стандартизации, функционирующем в Волжско-Каспийском филиале ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») № 7 «Волжско-Каспийский рыбохозяйственный бассейн» технического комитета по стандартизации МТК/ТК300 «Рыбные продукты пищевые, кормовые, технические и упаковка». Исследования по выявлению особенностей макро- и микроскопической структур икринок осетровых видов рыб были проведены сотрудниками «Каспробтехцентр». Особенности внешнего и внутреннего строения гибридов ооцитов осетровых и веслоносых рыб установлены сотрудниками группы стандартизации и нормирования Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»). Молекулярно-генетический метод разработан в лаборатории молекулярной генетики ФГБНУ «ВНИРО».

Актуализированный ГОСТ будет востребован исследовательскими лабораториями, экспертами рыбоохраны, надзорными организациями, осуществляющими учет и контроль производства и обращения продукции из осетровых видов рыб.

Заключение

Актуализированный стандарт ГОСТ 30812 «Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации икры рыб семейства осетровых», устанавливающий современные аналитические методы идентификации икры осетровых рыб и веслоносых, обеспечит нормативно-техническую базу функционирования системы прослеживаемости от места получения икры-сырца до мест сбыта, что позволит значительно снизить долю нелегальной, контрафактной и фальсифицированной икорной продукции.

Литература

- 1 Конференции сторон СИТЕС. URL: www.cites.org
- 2 Ludwig A. Identification of *Acipenseriformes* species in trade // Journal of applied ichthyology. 2008. V. 24. P. 2-19.
- 3 Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru>
- 4 Маркетинговое исследование рынка рыб осетровых пород (на территории РФ) для ООО «ПолимерБитум-Волжский». URL: <http://investvolga.volgograd.ru>.
- 5 Havelka M., Fujimoto T., Hagihara S., Adachi S. et al. Nuclear DNA markers for identification of Beluga and Sterlet sturgeons and their interspecific Bester hybrid // Scientific reports. 2017. V. 7. № 1. P. 1-8.
- 6 ТР ЕАЭС 040/2016 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции»
- 7 О техническом регулировании: Федеральный закон Российской Федерации от 27.12.2002 № 184.
- 8 О стандартизации в Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации от 29.06.2015 № 162.
- 9 Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации: распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р.
- 10 ГОСТ 30812–2002. Сырьё и продукты пищевые. Метод идентификации икры рыб семейства осетровых. 2004. 18 с.
- 11 Энциклопедия «Пищевые технологии». Технологии рыбной промышленности. Часть 1; под ред. Абрамовой Л.С. М.: Изд-во ВНИРО. 2019.
- 12 Boscari E., Vitulo N., Ludwig A., Caruso C. et al. Fast genetic identification of the Beluga sturgeon and its sought-after caviar to stem illegal trade // Food control. 2017. V. 75. P. 145-152. doi: 10.1016/j.foodcont.2016.11.039
- 13 Сытова М.В. и др. Методические основы системы прослеживаемости продукции из осетровых рыб, выращенных в аквакультуре. 2016.

14 Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019–2027 годы: постановление правительства РФ от 22.04.2019 № 479. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72128722>

15 Van Uhm D., Siegel D. The illegal trade in black caviar // *Trends in Organized Crime*. 2016. V. 19. № 1. P. 67-87.

References

- 1 CITES Conference of the Parties. Available at: www.cites.org (in Russian).
- 2 Ludwig A. Identification of Acipenseriformes species in trade. *Journal of applied ichthyology*. 2008. vol. 24. pp. 2-19
- 3 Federal State Statistics Service. Available at: <http://www.gks.ru> (in Russian).
- 4 Marketing study of the sturgeon fish market (in the Russian Federation) for ООО “PolymerBitum-Volzhsky”. Available at: <http://investvolga.volgograd.ru> (in Russian).
- 5 Havelka M., Fujimoto T., Hagihara S., Adachi S. et al. Nuclear DNA markers for identification of Beluga and Sterlet sturgeons and their interspecific Bester hybrid. *Scientific reports*. 2017. vol. 7. no. 1. pp. 1-8.
- 6 TR EAEU 040/2016 Technical Regulations of the Eurasian Economic Union “On the safety of fish and fish products”. (in Russian).
- 7 On technical regulation: Federal Law of the Russian Federation of December 27, 2002 No. 184. (in Russian).
- 8 On standardization in the Russian Federation: Federal Law of the Russian Federation dated June 29, 2015 No. 162. (in Russian).
- 9 Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation: order of the Government of the Russian Federation dated June 29, 2016 No. 1364 r. (in Russian).
- 10 GOST 30812-2002. Raw materials and food products. Method for identification of fish eggs of the sturgeon family. 2004. 18 p. (in Russian).
- 11 Encyclopedia “Food Technologies”. Fishing industry technologies. Part 1; ed. Abramova L.S. Moscow, Publishing house VNIRO. 2019. (in Russian).
- 12 Boscarri E., Vitulo N., Ludwig A., Caruso C. et al. Fast genetic identification of the Beluga sturgeon and its sought-after caviar to stem illegal trade // *Food control*. 2017. V. 75. P. 145-152. doi: 10.1016/j.foodcont.2016.11.039
- 13 Sytova M.V. et al. Methodological foundations of the system of traceability of products from sturgeon fish grown in aquaculture. 2016.
- 14 On approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Genetic Technologies for 2019–2027: Resolution of the Government of the Russian Federation No. 479 dated April 22, 2019. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72128722> (in Russian).
- 15 Van Uhm D., Siegel D. The illegal trade in black caviar. *Trends in Organized Crime*. 2016. vol. 19. no. 1. pp. 67-87.

Сведения об авторах

Наталья Н. Харченко руководитель группы стандартизации и нормирования, Волжско-Каспийский филиал «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», ул. Савушкина, 1, Астрахань, 414056, Россия, natalyushka_lolo@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1546-2801>

Ирина Н. Игонина к.т.н., руководитель департамента технического регулирования, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Верхняя Красносельская, 17, Москва, 107140, Россия, igonina@vniro.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9162-2689>

Нина И. Дунченко д.т.н., зав. кафедрой, профессор, кафедра управление качеством и товароведение продукции, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, г. Москва 127550, dunchenko.nina@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6158-9854>

Вклад авторов

Наталья Н. Харченко предложила внесение молекулярно-генетического анализа в стандарт, провела эксперимент, разрабатывала стандарт, написала рукопись, несет ответственность за плагиат

Ирина Н. Игонина консультация в ходе исследований, разработка стандарта

Нина И. Дунченко консультация в ходе исследования

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Natalya N. Harchenko standardization and rationing team leader, Volga-Caspian branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography, 1, Savushkina, st. Astrakhan, 414056, Russia, natalyushka_lolo@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1546-2801>

Irina N. Igonina Cand. Sci. (Engin.), head of technical regulation department, Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography, 17, V. Krasnoselskaya, Moscow, 107140, Russia, igonina@vniro.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9162-2689>

Nina I. Dunchenko Dr. Sci. (Engin.), head of department professor, commodity quality management and merchandizing department, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49, st. Timiryazevskaya Moscow, 127550 Russia, dunchenko.nina@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6158-9854>

Contribution

Natalya N. Harchenko proposed the introduction of molecular genetic analysis in the standard, conducted an experiment, developed standards, wrote the manuscript, responsible for plagiarism

Irina N. Igonina consultation during the study, developed standards

Nina I. Dunchenko consultation during the study

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 12/08/2020	После редакции 21/08/2020	Принята в печать 31/08/2020
Received 12/08/2020	Accepted in revised 21/08/2020	Accepted 31/08/2020

Разработка рецептур напитков с заданными биокорректирующими свойствами на основе растительного сырья с применением метода ультразвукового экстрагирования

Марина В. Мануковская	¹	manukowskaj@mail.ru	 0000-0001-8691-6308
Ирина П. Щетилина	¹	Irina.Shchetilina@mail.ru	 0000-0002-2462-1480
Ангелина Г. Кудрякова	¹	ms.kudryakova@mail.ru	
Светлана Р. Козлова	¹	svetikkoz1991@gmail.ru	
Артём О. Торосян	¹	artm.torosyan.97@mail.ru	
Александр В. Горбунов	¹	Alexander.mountain@mail.ru	

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

Аннотация. Приоритетным направлением в области здорового питания является разработка напитков направленного действия. Для их производства активно используют растительное сырьё, содержащее обширный разнообразный комплекс биологически активных веществ. Наличие данных ингредиентов способствует улучшению многих физиологических процессов в организме, а также повышению его иммунного статуса. Многочисленными исследованиями подтверждена высокая эффективность ультразвуковых воздействий на различные технологические процессы. Проведение ультразвукового экстрагирования осуществлялось при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и частоте ультразвуковой волны 22 кГц. В результате исследований установлено, что при ультразвуковом воздействии равновесное состояние достигается в течение 15 мин. В целях разработки новых рецептур напитков, исследовано натуральное сырьё, его химический состав и действия, оказываемые на организм человека. Выбранные ингредиенты в определенном количественном соотношении позволили получить напитки, с улучшенными биокорректирующими свойствами, что позволяет удовлетворить суточную потребность человека в биологически активных веществах. Ультразвуковое воздействие положительно сказывается на органолептических характеристиках напитка и послевкусие, о чём свидетельствует сравнительная органолептическая оценка образцов. Функциональные свойства разработанных напитков подтверждены экспериментальным путем. В напитках определялись: содержание макроэлементов, антиоксидантная активность, содержание витамина С, продолжительность срока хранения. Применение метода ультразвукового экстрагирования в технологии приготовления напитков позволяет: сократить время приготовления в два раза, уменьшить количество исходного сырья на 15 %, повысить содержание макроэлементов на 45 %, повысить содержание витамина С на 35 %, увеличить антиоксидантную активность на 45-50 %, повысить стойкость при хранении на 50-60 %, повысить органолептические характеристики. Полученные результаты доказывают интенсифицирующее действие ультразвукового воздействия при получении напитков функционального назначения.

Ключевые слова: растительное сырьё, функциональные напитки, ультразвуковое экстрагирование, замороженные ягоды, оптическая плотность, продолжительность экстрагирования, антиоксидантная активность, экстракт растительного сырья, заданные свойства

Development of beverage recipes with specified bio-corrective properties based on plant raw materials with the ultrasonic extraction method

Marina V. Manukovskaya	¹	manukowskaj@mail.ru	 0000-0001-8691-6308
Irina P. Shchetilina	¹	Irina.Shchetilina@mail.ru	 0000-0002-2462-1480
Angelina G. Kudryakova	¹	ms.kudryakova@mail.ru	
Svetlana R. Kozlova	¹	svetikkoz1991@gmail.ru	
Artem O. Torosyan	¹	artm.torosyan.97@mail.ru	
Alexander V. Gorbunov	¹	Alexander.mountain@mail.ru	

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

Abstract. The development of targeted beverages is a priority for healthy eating. Plant raw materials containing a wide variety of biologically active substances are used for their production. The presence of these ingredients helps to improve many physiological processes in the body, as well as to increase its immune status. The high efficiency of ultrasonic effects on various technological processes was confirmed by numerous studies. Ultrasonic extraction was carried out at $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ and an ultrasonic wave frequency of 22 kHz. As a result of the research, it was found that the equilibrium state is achieved within 15 minutes with ultrasound exposure. Natural raw materials, their chemical composition and the influence on the human body were studied in the work to develop new beverages recipes. The selected ingredients in a certain quantitative ratio made it possible to obtain beverages with improved bio-corrective properties, which allows satisfying the daily requirement of the human body for biologically active substances. Ultrasonic exposure has a positive effect on the organoleptic characteristics of the beverage and the aftertaste, as proved by the comparative organoleptic evaluation of the samples. The functional properties of the beverages developed were confirmed experimentally. The following was determined in the beverages: macronutrients content, antioxidant activity, vitamin C content, shelf life duration. The ultrasonic extraction method application in the technology of beverages manufacturing allows: to reduce the preparation time by half, to reduce the amount of raw materials by 15%, to increase the content of macronutrients by 45%, to increase the content of vitamin C by 35%, to increase the antioxidant activity by 45-50%, to increase storage stability by 50-60%, to improve organoleptic characteristics. The results obtained prove the intensifying effect of ultrasonic exposure in the production of functional beverages.

Keywords: plant raw materials, functional beverages, ultrasonic extraction, frozen berries, optical density, extraction duration, antioxidant activity, plant extract, specified properties

Для цитирования

Мануковская М.В., Щетилина И.П., Кудрякова А.Г., Козлова С.Р., Торосян А.О., Горбунов А.В. Разработка рецептур напитков с заданными биокорректирующими свойствами на основе растительного сырья с применением метода ультразвукового экстрагирования // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 189–199. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-189-199

For citation

Manukovskaya M.V., Shchetilina I.P., Kudryakova A.G., Kozlova S.R., Torosyan A.O., Gorbunov A.V. Development of beverage recipes with specified bio-corrective properties based on plant raw materials with the ultrasonic extraction method. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 189–199. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-189-199

Введение

Согласно исследованиям, одним из приоритетных направлений в области здорового питания является разработка продуктов направленного действия различного ассортимента. На сегодняшний день, для их производства активно используют растительное сырье, содержащее обширный разнообразный комплекс биологически активных веществ. Наличие данных ингредиентов способствует улучшению многих физиологических процессов в организме, а также повышению его иммунного статуса [1].

Наиболее перспективным направлением является разработка рецептур напитков на основе растительных биоресурсов, обогащенных биологически активными веществами растительного происхождения, которые обладают общеукрепляющим действием. Научные исследования и разработки учёных направлены на расширение ассортимента функциональных напитков с повышенной биологической ценностью, совершенствования технологии их производства, создания напитков укрепляющих иммунитет, тонизирующих, нормализующих работу сердечно-сосудистой и нервной системы. На сегодняшний момент на российском рынке уже представлен широкий ассортимент таких напитков [2, 9, 10–15].

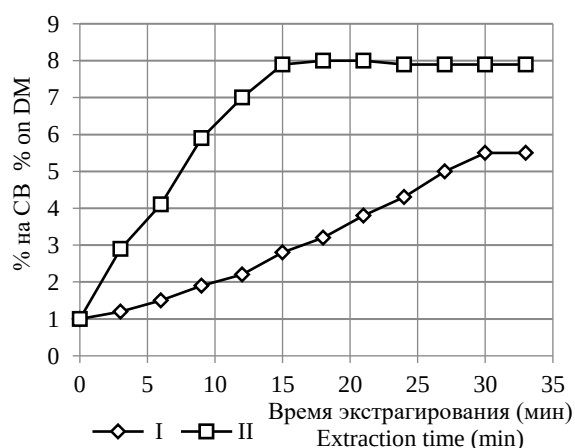


Рисунок 1. Изменение содержания сухих веществ в зависимости от времени экстрагирования в напитке «Черносмородиновый со свеклой» (I – традиционный метод, II – УЗ-экстрагирование)
Figure 1. Change in the content of dry substances depending on the extraction time in the beverage "Blackcurrant with beets" (I – traditional method, II – ultrasound extraction)

Материалы и методы

Проанализировав уже используемые в производстве технологии, был сделан выбор в пользу метода ультразвукового экстрагирования. На сегодняшний день, на ряде предприятий различных отраслей промышленности, многочисленными исследованиями подтверждена высокая эффективность ультразвуковых воздействий на различные технологические процессы [3, 4].

Технология приготовления напитков состоит из следующих этапов: подготовка сырья, приготовление напитка, фильтрация готового напитка его розлив. На этапе подготовки сырья ягоды перебирают и моют (если плоды и ягоды замороженные, то их предварительно размораживают). Затем подготовленное сырье измельчают и загружают в смесительный стакан ультразвуковой установки. Также в смесительный стакан вносят дополнительные компоненты: сахар и воду. Содержимое стакана перемешивают, и стакан фиксируют в зажимном патроне установки. Затем устанавливается таймер времени (15 мин) и включение установки. Проведение ультразвукового экстрагирования осуществляется при $t = 20^{\circ}\text{C}$ и частоте ультразвуковой волны 22 кГц. По истечении времени экстрагирования установка выключается, стакан с готовым напитком снимается, напиток фильтруется и разливается в посуду для отпуска.

Результаты и обсуждение

В ходе проведения экспериментов получены зависимости изменения содержания сухих веществ в напитках и оптической плотности в зависимости от продолжительности процесса экстрагирования (рисунки 1–7).



Рисунок 2. Изменение содержания сухих веществ в зависимости от времени экстрагирования в напитке «Бодрость» (I – традиционный метод, II – УЗ-экстрагирование)

Figure 2. Change in the content of dry substances depending on the time of extraction in the beverage "Vigor" (I – traditional method, II – ultrasound extraction)

Данные графики (рисунки 1–2), доказывают, что ультразвуковое воздействие позволяет получить продукт с большим содержанием биологически активных веществ, за более короткий срок, это объясняется способностью ультразвука вызывать в жидких средах кавитацию. Данное явление приводит к нарушению диффузного слоя, быстрому и качественному перемешиванию компонентов среды [5].

В результате исследований установлено, что при ультразвуковом воздействии равновесное состояние достигается в течение 15 мин. В течение данного промежутка времени происходит более полное, чем в контрольном образце, истощение сырья и максимальное насыщение экстрагента (рисунки 3–7).

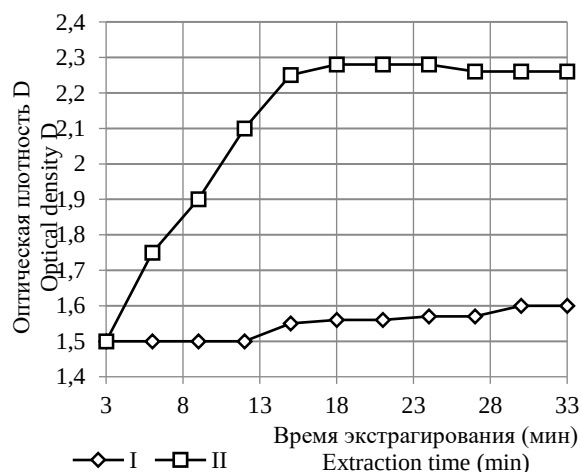


Рисунок 3. Изменение оптической плотности в зависимости от времени экстрагирования в напитке «Черносмородиновый со свеклой» (I – традиционный метод, II – УЗ-экстрагирование)

Figure 3. Change in optical density depending on the time of extraction in the beverage "Blackcurrant with beets" (I – traditional method, II – ultrasound extraction)

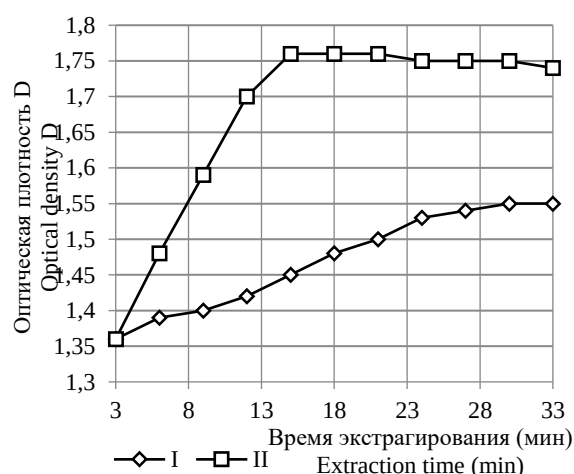


Рисунок 4. Изменение оптической плотности в зависимости от времени экстрагирования в напитке «Бодрость» (I – традиционный метод, II – УЗ-экстрагирование)

Figure 4. Change in optical density depending on the time of extraction in the beverage «Vigor» (I – traditional method, II – ultrasound extraction)

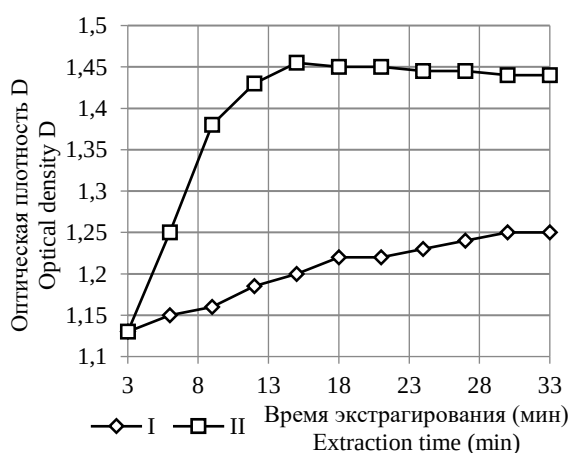


Рисунок 5. Изменение оптической плотности в зависимости от времени экстрагирования в напитке «Тонус» (I – традиционный метод, II – УЗ-экстрагирование)

Figure 5. Change in optical density depending on the time of extraction in the beverage «Tonus» (I – traditional method, II – ultrasound extraction)

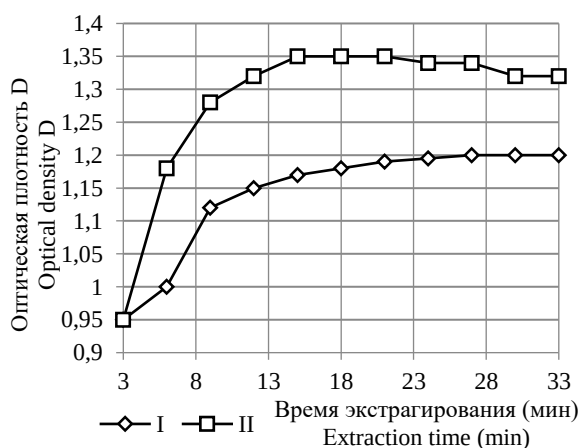


Рисунок 6. Изменение оптической плотности в зависимости от времени экстрагирования в напитке «Ягодный микс» (I – традиционный метод, II – УЗ-экстрагирование)

Figure 6. Change in optical density depending on the time of extraction in the beverage «Berry Mix» (I – traditional method, II – ultrasound extraction)

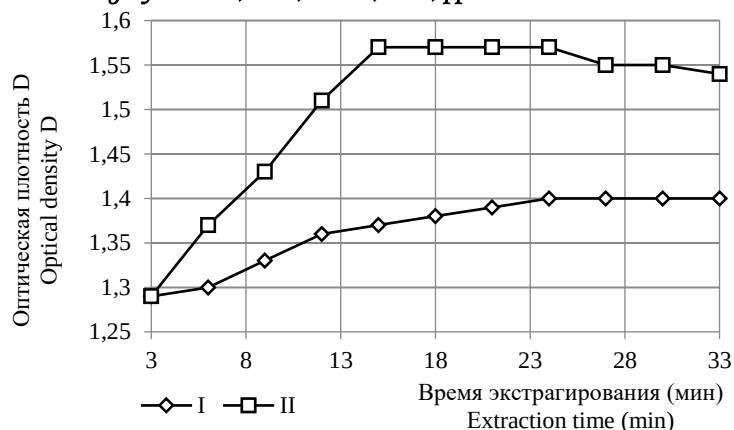


Рисунок 7. Изменение оптической плотности в зависимости от времени экстрагирования в напитке «Ягодный фреш» (I – традиционный метод, II – УЗ-экстрагирование)

Figure 7. Change in optical density depending on the time of extraction in the beverage «Berry fresh» (I – traditional method, II – ultrasound extraction)

В результате исследования установлено, что:

- при продолжительном воздействии ультразвука (21 – 33 минут) наблюдается снижение содержания оптической плотности сухих веществ, то есть в исследуемых экстрактах происходит разрушение извлекаемого компонента под воздействием эффекта кавитации и окислительно – восстановительных реакций;
- максимально быстрое и полное извлечение компонентов из сырья проходит в промежутке от начала экстрагирования до 15 минуты;
- оптимальным временем обработки сырья ультразвуком можно считать интервал от 15 до 18 минуты, когда в экстракт переходит

максимальное количество компонента без его разрушения под действием УЗ волн.

На данный момент, ряд предприятий производят широкий ассортимент функциональных продуктов и напитков. Проанализировав ассортимент и их целевую аудиторию, была поставлена задача, разработать рецептуры напитков, для людей занимающихся фитнесом и ведущих здоровый образ жизни [6]. Ранее был разработан ассортимент напитков с заданными биокорректирующими свойствами: «Черносмородиновый с лимоном», «Клюквенный с малиной», «Клюквенный с корицей и имбирем». Функциональное назначение напитков указано в таблице 1.

Таблица 1.

Функциональное назначение разработанных напитков

Table 1.

The functional purpose of the developed beverages

Образец Sample	Полезные свойства для организма человека Useful properties for the human body
1	2
Напиток «Черносмородиновый с лимоном» Blackcurrant with lemon beverage	Способствует понижению артериальной гипертензии, улучшает работу сердечно-сосудистой системы, способствует повышению аппетита, оказывает витаминизирующее, мочегонное, общеукрепляющее, противоатеросклеротическое, противовоспалительное, болеутоляющее действие, усиливают функции желудка, кишечника и печени, способствует повышению и укреплению иммунитета, способствует усвоению железа. It helps to lower arterial hypertension, improves the functioning of the cardiovascular system, increases appetite, has a vitaminizing, diuretic, tonic, anti-atherosclerotic, anti-inflammatory, analgesic effect, enhances the functions of the stomach, intestines and liver, enhances and strengthens the immune system, promotes the absorption of iron.
Напиток «Клюквенный с малиной» Cranberry with raspberries beverage	Обладает тонизирующим эффектом, повышает умственные и физические способности, богат эллаговой кислотой, эффективно разрушающей канцерогены и предотвращает развитие сердечно – сосудистых заболеваний, обладает высокой антибактериальной активностью, повышает иммунитет, нормализует артериальное давление, способствует выведению токсинов, нормализует и регулирует работу нервной системы, оказывает положительное воздействие на работу кишечника. It has a tonic effect, increases mental and physical abilities, is rich in ellagic acid, which effectively destroys carcinogens and prevents the development of cardiovascular diseases, has high antibacterial activity, increases immunity, normalizes blood pressure, promotes the elimination of toxins, normalizes and regulates the nervous system, has a positive impact on bowel function.

Продолжение таблицы 1 | Continuation of table 1

1	2
Напиток «Клюквенный с корицей и имбирем» Cranberry with cinnamon and ginger beverage	Обладает тонизирующим эффектом, повышает умственные и физические способности, богат эллаговой кислотой, эффективно разрушающей канцерогены и предотвращающей развитие сердечно – сосудистых заболеваний, обладает высокой антибактериальной активностью, способствует повышению и укреплению иммунитета, нормализует артериальное давление, улучшает пищеварение, уменьшает болезненные симптомы при болезнях желудка и кишечника, таких как отравление и т. п., предотвращает развитие онкологических заболеваний прямой и ободочной кишки, интенсифицирует циркуляцию крови и обмен веществ, оказывает стимулирующее действие на процесс дыхания, сердечную деятельность и мозговую активность, улучшает работу печени и желчного пузыря. It has a tonic effect, increases mental and physical abilities, is rich in ellagic acid, which effectively destroys carcinogens and prevents the development of cardiovascular diseases, has high antibacterial activity, helps to increase and strengthen immunity, normalizes blood pressure, improves digestion, reduces painful symptoms in diseases of the stomach and intestines, such as poisoning, etc., prevents the development of oncological diseases of the rectum and colon, intensifies blood circulation and metabolism, has a stimulating effect on the respiratory process, cardiac activity and brain activity, improves the functioning of the liver and gallbladder.

Таблица 2.

Подбор процентного соотношения вносимого сырья в рецептуру напитка «Бодрость»

Table 2.

Selection of the percentage of the introduced raw materials in the recipe for the beverage «Vigor»

Показатель Indicators	Гидромуль черная смородина/шиповник/цедра лимона/экстракт стевии (на 1 л воды) Hydro module black currant/rose hips/lemon zest/stevia extract (per 1 l of water)					
% от контрольного образца % of control sample	100%	-30%	-15%	100%	+15%	+30%
Образец Sample	Контроль Control	1	2	3	4	5
	240/100/17/12	170/70/13/8	200/85/15/10	240/100/17/12	280/115/19/14	320/130/21/16
D	1,6	1,7	2,1	2,13	2,18	2,2
% на СВ % on DM	5	7	8	8	8	8
m вит. C (мг/100 мл) m vit. C (mg/100 ml)	72,1	94,6	96,5	97,6	98,4	99,1

Таблица 3.

Подбор процентного соотношения вносимого сырья в рецептуру напитка «Ягодный фреш»

Table 3.

Selection of the percentage of the introduced raw materials in the recipe for the «Berry fresh» beverage

Показатель Indicators	Гидромуль малина/вишня/цедра лимона/ экстракт стевии (на 1 л воды) Hydro module raspberry/cherry/lemon zest/stevia extract (per 1000 ml of water)					
% от контрольного образца % of control sample	100%	-30%	-15%	100%	+15%	+30%
Образец Sample	Контроль Control	1	2	3	4	5
	600/350/17/17	4200/250/13/11	500/300/15/14	600/350/17/17	700/390/19/20	780/455/21/22
D	1,4	1,47	1,56	1,6	1,62	1,63
% на СВ % on DM	6,3	7,5	8	8	8,2	8,2
m вит. C (мг/100 мл) m vit. C (mg/100 ml)	40,2	93,1	94,6	95	95,2	95,5

Таблица 4.

Подбор процентного соотношения вносимого сырья в рецептуру напитка «Идеал»

Table 4.

Selection of the percentage of the introduced raw materials in the recipe of the beverage «Ideal»

Показатель Indicators	Гидромуль черная смородина/грейпфрут/лайм/имбирь/ экстракт стевии (на 1 л воды) Hydro module black currant/grapefruit/lime/ginger/stevia extract (per 1000 ml of water)					
% от контрольного образца % of control sample	100%	-30%	-15%	100%	+15%	+30%
Образец Sample	Контроль Control	1	2	3	4	5
	240/35/17/7/12	170/30/13/5/8	200/25/15/6/10	240/35/17/7/12	280/40/19/8/14	320/45/21/9/16
D	1,4	1,47	1,56	1,6	1,62	1,63
% на СВ % on DM	6,3	7,5	8	8	8,2	8,2
m вит. C (мг/100 мл) m vit. C (mg/100 ml)	40,2	93,1	94,6	95	95,2	95,5

Таблица 5.

Подбор процентного соотношения вносимого сырья в рецептуру
напитка «Черносмородиновый со свеклой»

Table 5.

Selection of the percentage of the introduced raw materials in the recipe
of the beverage «Blackcurrant with beets»

Показатель Indicators	Гидро модуль черная смородина/свекла/экстракт стевии (на 1 л воды) Hydro module black currant/beetroot/stevia extract (per 1000 ml of water)					
% от контрольного образца % of control sample	100%	-30%	-15%	100%	+15%	+30%
Образец Sample	Контроль Control	1	2	3	4	5
	240/80/12	170/60/8	200/70/10	240/80/12	280/90/14	320/100/16
D	1,64	1,89	2,3	2,32	2,35	2,35
% на СВ % on DM	5,5	7	8	8	8	8
m вит. С (мг/100 мл) m vit. C (mg/100 ml)	43,8	74,1	75,3	75,8	76	76,2

Таблица 6.

Подбор процентного соотношения вносимого сырья в рецептуру напитка «Тонус»

Table 6.

Selection of the percentage of the introduced raw materials in the recipe of the beverage «Tonus»

Показатель Indicators	Гидро модуль клюква/малина/имбирь/корица/ экстракт стевии (на 1 л воды) Hydro module cranberry/raspberry/ginger/cinnamon/stevia extract (for 1 l of water)					
% от контрольного образца % of control sample	100%	-30%	-15%	100%	+15%	+30%
Образец Sample	Контроль Control	1	2	3	4	5
	300/105/5/10/15	200/73/3,5/6,5/10	260/90/4/8/12	300/105/5/10/15	340/120/6/11,5/17	400/135/6,5/13/20
D	1,26	1,36	1,48	1,49	1,49	1,52
% на СВ % on DM	4,5	7,2	7,5	7,5	7,5	7,5
m вит. С (мг/100 мл) m vit. C (mg/100 ml)	17,3	32,7	35,3	35,8	36,4	37,1

Таблица 7.

Подбор процентного соотношения вносимого сырья в рецептуру напитка «Ягодный микс»

Table 7.

Selection of the percentage of the raw materials introduced into the recipe for the «Berry Mix» beverage

Показатель Indicators	Гидро модуль малина/клюква/черная смородина/грейпфрут/экстракт амлы/мед (на 1 л воды) Hydro module raspberry/cranberry/black currant/grapefruit/amla extract/honey (for 1 l of water)					
% от контрольного образца % of control sample	100%	-30%	-15%	100%	+15%	+30%
Образец Sample	Контроль Control	1	2	3	4	5
	300/100/100/ 35/10/24	200/70/70/ 30/16/10	260/85/85/ 25/10/20	300/100/100/ 35/10/24	345/115/115/ 40/10/28	400/130/130/ 45/10/31
D	1,3	1,37	1,51	1,52	1,52	1,54
% на СВ % on DM	4,5	7,2	7,5	7,5	7,5	7,5
m вит. С (мг/100 мл) m vit. C (mg/100 ml)	19,6	37,6	42,1	43	43,2	44

В ходе проведенных исследований, с учетом полученных результатов, для всех опытных образцов было установлено оптимальное значение гидро модуля – образец 2, по сравнению с контролем: на 15% сокращается исходное сырье, от 15 до 20% увеличивается интенсивность цвета, содержание витамина С увеличивается от 35 до 50%.

Ультразвуковое воздействие положительно сказывается на органолептических характеристиках напитка и послевкусие, о чём свидетельствует сравнительная органолептическая оценка образцов (рисунок 8).

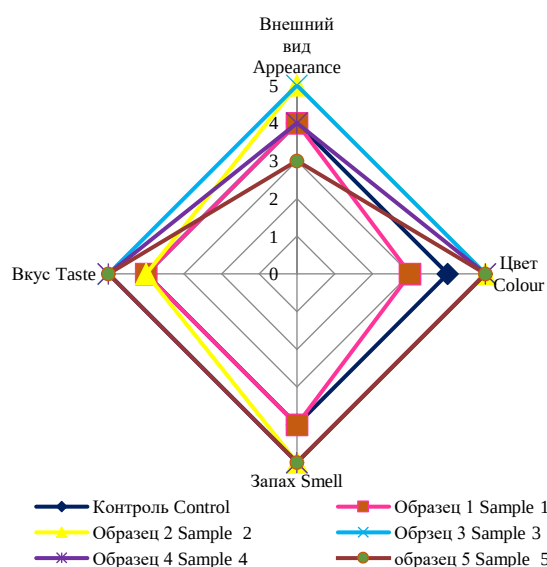


Рисунок 8. Профилограммы органолептических показателей исследуемых образцов

Figure 8. Profilograms of organoleptic indicators of the test samples

Таблица 8.
Рецептура 1 Напиток «Бодрость»Table 8.
Recipe 1 Beverage «Vivacity»

Сырье и полуфабрикаты Raw materials and semi-finished products	Расход на 1 кг. Consumption per 1kg	
	Брутто, г Gross, g	Нетто, г Net, g
Ягоды смородины черной (замороженные) Black currant berries (frozen)	200	190
Шиповник Rosehip	85	85
Лимона (цедра) Lemon (zest)	100	15
Экстракт стевии Stevia extract	10	10
Вода Water	1015	1015
Выход Output		1000

Таблица 9.
Рецептура 2 Напиток «Ягодный фреш»Table 9.
Recipe 2 Beverage «Berry fresh»

Сырье и полуфабрикаты Raw materials and semi-finished products	Расход на 1 кг. Consumption per 1kg	
	Брутто, г Gross, g	Нетто, г Net, g
Ягоды малины (замороженные) Raspberries (frozen)	500	495
Ягоды вишни (замороженные) Cherries (frozen)	300	295
Лимон (цедра) Lemon (zest)	100	15
Экстракт стевии Stevia extract	14	14
Вода Water	1015	1015
Выход Output		1000

Таблица 10.
Рецептура 3 Напиток «Идеал»Table 10.
Recipe 3 Beverage «Ideal»

Сырье и полуфабрикаты Raw materials and semi-finished products	Расход на 1 кг. Consumption per 1kg	
	Брутто, г Gross, g	Нетто, г Net, g
Ягоды смородины черной (замороженные) Black currant berries (frozen)	200	190
Грейпфрут Grapefruit	100	25
Лайм Lime	50	15
Имбирь (молотый) Ginger (ground)	6	6
Экстракт стевии Stevia extract	10	10
Вода Water	1015	1015
Выход Output		1000

Таблица 11.
Рецептура 4 Напиток «Черносмородиновый со свеклой»Table 11.
Recipe 4 Beverage «Blackcurrant with beets»

Сырье и полуфабрикаты Raw materials and semi-finished products	Расход на 1 кг. Consumption per 1kg	
	Брутто, г Gross, g	Нетто, г Net, g
Ягоды смородины черной (замороженные) Black currant berries (frozen)	200	190
Свекла Beet	90	70
Экстракт стевии Stevia extract	10	10
Вода Water	1015	1015
Выход Output		1000

Таблица 12.
Рецептура 5 Напиток «Тонус»Table 12.
Recipe 5 Beverage «Tonus»

Сырье и полуфабрикаты Raw materials and semi-finished products	Расход на 1 кг. Consumption per 1kg	
	Брутто, г Gross, g	Нетто, г Net, g
Ягоды клюквы (замороженные) Cranberries (frozen)	260	255
Ягоды малины (замороженные) Raspberries (frozen)	90	85
Имбирь (молотый) Ginger (ground)	4	4
Корица (молотая) Cinnamon (ground)	8	8
Экстракт стевии Stevia extract	12	12
Вода Water	1015	1015
Выход Output		1000

Таблица 13.
Рецептура 6 Напиток «Ягодный микс»

Table 13.
Recipe 6 Beverage «Berry Mix»

Сырье и полуфабрикаты Raw materials and semi-finished products	Расход на 1 кг. Consumption per 1kg	
	Брутто, г Gross, g	Нетто, г Net, g
Ягоды малины (замороженные) Raspberries (frozen)	260	255
Ягоды клюквы (замороженные) Cranberries (frozen)	85	80
Ягоды черной смородины (замороженные) Black currant berries (frozen)	85	80
Грейпфрут Grapefruit	100	25
Экстракт амлы Amla extract	10	10
Мед Honey	20	20
Вода Water	1015	1015
Выход Output		1000

Инновационные технологии позволили разработать ассортимент напитков направленного действия, т. к. они содержат в своем составе биологически активные вещества, витамины, макроэлементы в количестве, восполняющем суточную потребность организма человека и усовершенствовать технологии их производства. Данные напитки, в соответствии с химическим составом основного исходного сырья, обладают рядом полезных свойств для организма человека [1, 4]. Функциональные свойства разработанных напитков подтверждены экспериментальным путем. В напитках определялись: содержание макроэлементов, антиоксидантная активность, содержание витамина С, продолжительность срока хранения [8].

Разработанные напитки и их характеристики представлены в таблице 14.

Таблица 14.
Разработанные напитки и их характеристики

Developed beverages and their characteristics

Table 14.

Напиток Beverage	Характеристика Characteristic
1	2
Напиток «Бодрость» Vigor Beverage	Повышает работоспособность организма, людей занимающихся фитнесом и ведущих активный образ жизни. За счет высокого содержания калия, который нормализует необходимый баланс воды в организме, высокое содержание витамина С обеспечивает должный обмен белков, жиров, углеводов. Increases the performance of the body, people involved in fitness and leading an active lifestyle. Due to the high content of potassium, which normalizes the necessary balance of water in the body, the high content of vitamin C ensures the proper exchange of proteins, fats and carbohydrates.
Напиток «Ягодный фреш» Berry fresh Beverage	Данный напиток оптимизирует восстановительные процессы в организме, после физических нагрузок. Этому эффекту способствует калий, так как этот элемент участвует в процессе регенерации, отвечая за создание необходимого организму запаса гликогена. С пищей практически невозможно получить необходимое количество этого микроэлемента, калий выходит из организма вместе с потом, а потребность в нем значительна. Поэтому для обеспечения эффективного восстановительного процесса и адекватного накопления гликогена следует дополнять свой рацион приемом калия. This beverage optimizes the recovery processes in the body after physical exertion. This effect is facilitated by potassium, since this element is involved in the regeneration process, being responsible for creating the body's necessary glycogen store. It is almost impossible to get the required amount of this trace element with food, potassium leaves the body along with sweat, and the need for it is significant. Therefore, to ensure an effective recovery process and adequate accumulation of glycogen, you should supplement your diet with potassium intake.
Напиток «Идеал» Ideal Beverage	Ускоряет обмен веществ, помогает сжигать жиры во время тренировок, благодаря высокому содержанию витамина С, который дополнительно продуцирует коллаген, повышающий эластичность кожи, наличие пектина способствует снижению холестерина в крови, и выводу токсинов. It speeds up metabolism, helps burn fat during exercise, thanks to the high content of vitamin C, which additionally produces collagen, which increases skin elasticity, the presence of pectin helps to lower blood cholesterol and eliminate toxins.
Напиток «Черносмородиновый со свеклой» Blackcurrant with beets Beverage	Понижает кровяное давление, улучшает состояние сердечно – сосудистой системы, оказывает витаминное, мочегонное, общеукрепляющее, противоатеросклеротическое, противовоспалительное, болеутоляющее действие за счет наличия в составе фенолов и антоцианов витаминов группы В, а так же А и К, усиливают функции желудка, кишечника и печени, повышает уровень гемоглобина. Lowers blood pressure, improves the state of the cardiovascular system, has a vitamin, diuretic, tonic, anti-atherosclerotic, anti-inflammatory, analgesic effect due to the presence of B vitamins in phenols and anthocyanins, as well as A and K, enhance the functions of the stomach, intestines and liver, increases the level of hemoglobin.

Продолжение таблицы 14 | Continuation of table 14

1	2
Напиток «Интеллект» Intellect Beverage	Обладает тонизирующим эффектом, повышает умственные и физические способности, богат эллагической кислотой, которая эффективно разрушает канцерогены и предотвращает развитие сердечно – сосудистых заболеваний, обладает мощными антибактериальными свойствами, повышает иммунитет. It has a tonic effect, increases mental and physical abilities, is rich in ellagic acid, which effectively destroys carcinogens and prevents the development of cardiovascular diseases, has powerful antibacterial properties, and improves immunity.
Напиток «Иммунно» Immunno Beverage	Усиливает антиоксидантную защиту и обеспечивает эффект стабилизации капиллярных мембран, обладает тонизирующим и освежающим эффектом, повышает антимикробную активность антибиотиков за счет природного антибиотика – фитонцида. Витамины группы В, А, К усиливают иммунитет, защитные и адаптогенные возможности организма. Стимулируют образование антител, увеличивают в крови накопление антиоксидантов. Strengthens antioxidant protection and provides the effect of stabilizing capillary membranes, has a tonic and refreshing effect, increases the antimicrobial activity of antibiotics due to a natural antibiotic – phytoncide. Vitamins of group B, A, K enhance immunity, protective and adaptogenic capabilities of the body. They stimulate the formation of antibodies, increase the accumulation of antioxidants in the blood.

При разработке рецептур напитков сахар был заменен на экстракт стевии. Население развитых стран, в том числе России, страдает нарушением углеводного обмена, который в организме человека является фактором риска развития сахарного диабета, сердечно – сосудистых, онкологических экстракт стевии является бескалорийным продуктом и способствует нормализации обмена веществ, поэтому входит в рацион многих диет, оказывает гипотензивное действие заболеваний, атеросклероза и ожирения. Также экстракт обладает свойством замедлять размножение многих микробов.

При обогащении пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами, экстрактами растительного сырья, пектинами и др. добавками, необходимо учитывать гармонизацию между собой и с компонентами самого продукта. Поэтому, при выборе сырья руководствовались их сочетанием между собой, способом и стадией внесения, которые обеспечат им максимальную сохранность в процессе производства и хранения.

Заключение

В результате исследований с применением метода ультразвукового экстрагирования

разработаны новые виды напитков из натурального сырья.

Применение метода ультразвукового экстрагирования в технологии приготовления напитков позволяет:

- сократить время приготовления в два раза;
- уменьшить количество исходного сырья на 15%;
- повысить содержание макроэлементов на 45%;
- повысить содержание витамина С на 35%;
- увеличить антиоксидантную активность на 45–50%;
- повысить стойкость при хранении на 50–60%;
- повысить органолептические характеристики.

Полученные результаты доказывают интенсифицирующее действие ультразвукового воздействия при получении напитков функционального назначения. В результате проведенных исследований обоснована возможность получения напитков с улучшенными показателями функциональности (антиоксидантной активности, содержания макроэлементов, органических кислот) и качества (массовой доли сухих веществ) из натурального сырья.

Литература

- 1 Оуэн С. Источник силы. СПб.: Амфора. ТИД Амфора, 2012.
- 2 Seeram N.P. et al. Total cranberry extract versus its phytochemical constituents: antiproliferative and synergistic effects against human tumor cell lines // Journal of agricultural and food chemistry. 2004. V. 52. № 9. P. 2512–2517.
- 3 Родионова Н.С., Мануковская М.В., Небольсин А.Е., Серченя М.В. Применение метода ультразвукового экстрагирования в приготовлении напитка направленного действия из ягод чёрной смородины // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2 (68). С. 162–169.
- 4 Фаткуллин Р.И. Перспективы использования ультразвукового воздействия как фактора формирования потребительских свойств напитков на натуральном сырье // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2013. Т. 7. № 4.

- 5 Судакова Н.В., Кооева Н.В., Оботурова Н.П. Использование ультразвука при получении экстрактов и настоев из растительного сырья // Современные научные исследования и инновации. 2013. № 2 (11).
- 6 Щетилина И.П. Анализ потребительских предпочтений жителей г. Воронежа в отношении продуктов функционального назначения из плодово – ягодного сырья // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2 (68). С. 183–188.
- 7 Скурихин И.М. Химический состав пищевых продуктов. ДеЛи принт, 2002.
- 8 Скальный А.В., Орджоникидзе З.Г., Громова О.А. Макро и микроэлементы в физической культуре и спорте. М.: КМК, 2000. 71 с.
- 9 Jepson R.G. et al. Cranberries for preventing urinary tract infections // *Cochrane Database Syst Rev*. 2012. V. 10. – № 10.
- 10 Nazir M. et al. Opportunities and challenges for functional and medicinal beverages: Current and future trends // *Trends in Food Science & Technology*. 2019. V. 88. P. 513-526.
- 11 Dziadek K., Kopeć A., Piątkowska E., Leszczyńska T. et al. Identification of polyphenolic compounds and determination of antioxidant activity in extracts and infusions of buckwheat leaves // *European Food Research and Technology*. 2018. V. 244. №. 2. P. 333-343.
- 12 Pawłowska K.A., Hałasa R., Dudek M.K., Majdan M. et al. Antibacterial and anti-inflammatory activity of bistort (*Bistorta officinalis*) aqueous extract and its major components. Justification of the usage of the medicinal plant material as a traditional topical agent // *Journal of Ethnopharmacology*. 2020. P. 113077.
- 13 Ziyatdinova G.K., Zakharova, S.P., Ziganshina, E.R., Budnikov H.C. Voltammetric Determination of Flavonoids in Medicinal Plant Materials Using Electrodes Modified by Cerium Dioxide Nanoparticles and Surfactants // *Journal of Analytical Chemistry*. 2019. V. 74. №. 8. P. 816-824.
- 14 Cittan M., Altuntaş E., Çelik A. Evaluation of antioxidant capacities and phenolic profiles in *Tilia cordata* fruit extracts: A comparative study to determine the efficiency of traditional hot water infusion method // *Industrial Crops and Products*. 2018. V. 122. P. 553-558.
- 15 Wang Z., Hwang S.H., Quispe Y.N.G., Arce P.H.G. et al. Investigation of the antioxidant and aldose reductase inhibitory activities of extracts from Peruvian tea plant infusions // *Food chemistry*. 2017. V. 231. P. 222-230.

References

- 1 Owen S. Source of power. Saint Petersburg, The amphora. Tempora, 2012. (in Russian).
- 2 Seeram N.P. et al. Total cranberry extract versus its phytochemical constituents: antiproliferative and synergistic effects against human tumor cell lines. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2004. vol. 52. no. 9. pp. 2512–2517.
- 3 Rodionova N.S., Manukovskaya M.V., Nebolsin A.E., Serchenya M.V. Application of the method of ultrasonic extraction in the preparation of a directed-action beverage from black currant berries. *Proceedings of VSUET*. 2016. no. 2 (68). pp. 162–169. (in Russian).
- 4 Fatkullin R.I. Prospects for the use of ultrasonic exposure as a factor in the formation of consumer properties of beverages on natural raw materials. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management*. 2013. vol. 7. no. 4. (in Russian).
- 5 Sudaikova, N.V. Koeva N.V., Oboturova N.P. The use of ultrasound in obtaining extracts and infusions from vegetable raw materials. *Modern scientific research and innovations*. 2013. no. 2 (11). (in Russian).
- 6 Shchetilina I.P. Analysis of consumer preferences of residents of Voronezh in relation to functional products from fruit and berry raw materials. *Proceedings of VSUET*. 2016. no. 2 (68). pp. 183–188. (in Russian).
- 7 Skurikhin I.M. Chemical composition of food products. Deliprint, 2002.
- 8 Skalny A.V., Ordzhonikidze Z.G., Gromova O.A. Macro and trace elements in physical culture and sports. Moscow, KMK, 2000. 71 p. (in Russian).
- 9 Jepson R.G. et al. Cranberries for preventing urinary tract infections. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012. vol. 10. no. 10.
- 10 Nazir M. et al. Opportunities and challenges for functional and medicinal beverages: Current and future trends. *Trends in Food Science & Technology*. 2019. vol. 88. pp. 513-526.
- 11 Dziadek K., Kopeć A., Piątkowska E., Leszczyńska T. et al. Identification of polyphenolic compounds and determination of antioxidant activity in extracts and infusions of buckwheat leaves. *European Food Research and Technology*. 2018. vol. 244. no. 2. pp. 333-343.
- 12 Pawłowska K.A., Hałasa R., Dudek M.K., Majdan M. et al. Antibacterial and anti-inflammatory activity of bistort (*Bistorta officinalis*) aqueous extract and its major components. Justification of the usage of the medicinal plant material as a traditional topical agent. *Journal of Ethnopharmacology*. 2020. pp. 113077.
- 13 Ziyatdinova G.K., Zakharova, S.P., Ziganshina, E.R., Budnikov H.C. Voltammetric Determination of Flavonoids in Medicinal Plant Materials Using Electrodes Modified by Cerium Dioxide Nanoparticles and Surfactants. *Journal of Analytical Chemistry*. 2019. vol. 74. no. 8. pp. 816-824.
- 14 Cittan M., Altuntaş E., Çelik A. Evaluation of antioxidant capacities and phenolic profiles in *Tilia cordata* fruit extracts: A comparative study to determine the efficiency of traditional hot water infusion method. *Industrial Crops and Products*. 2018. vol. 122. pp. 553-558.
- 15 Wang Z., Hwang S.H., Quispe Y.N.G., Arce P.H.G. et al. Investigation of the antioxidant and aldose reductase inhibitory activities of extracts from Peruvian tea plant infusions. *Food chemistry*. 2017. vol. 231. pp. 222-230.

Сведения об авторах

Марина В. Мануковская к.т.н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, manukowskaj@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8691-6308>

Ирина П. Щетилина к.т.н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Irina.Shchetilina@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2462-1480>

Ангелина Г. Кудрякова студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ms.kudryakova@mail.ru

Светлана Р. Козлова студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, svetikkoz1991@gmail.ru

Артем О. Торосян студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, artm.torosyan.97@mail.ru

Александр В. Горбунов студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Alexander.mountain@mail.ru

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Marina V. Manukovskaya Cand. Sci. (Engin.), associate professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, manukowskaj@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8691-6308>

Irina P. Shchetilina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Irina.Shchetilina@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2462-1480>

Angelina G. Kudryakova student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ms.kudryakova@mail.ru

Svetlana R. Kozlova student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, svetikkoz1991@gmail.ru

Artem O. Torosyan student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, artm.torosyan.97@mail.ru

Alexander V. Gorbunov student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Alexander.mountain@mail.ru

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 04/08/2020	После редакции 12/08/2020	Принята в печать 19/08/2020
Received 04/08/2020	Accepted in revised 12/08/2020	Accepted 19/08/2020

Оценка показателей качества хлеба пшеничного, обогащенного вторичным яблочным сырьем

Анна Е. Ковалева	¹	a.e.kovaleva@ya.ru	 0000-0001-7807-1755
Эльвира А. Пьяникова	¹	alia1969@ya.ru	 0000-0003-4424-7323
Елизавета Д. Ткачева	¹	tckachewa.liza@ya.ru	
Анастасия С. Рязанцева	¹	an.ryazantseva2016@ya.ru	

¹ Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия

Аннотация. Исследовано влияние вторичного яблочного сырья (порошок из яблочных выжимок и замороженные яблочные выжимки) на органолептические (форма, поверхность, цвет, пропеченность, промес, пористость, вкус, запах) и физико-химические показатели качества (влажность, кислотность и пористость) хлеба пшеничного. За основу была взята традиционная рецептура хлеба пшеничного, в которой для хлеба с добавлением порошка из яблочных выжимок была произведена замена части пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта соответственно 5,7% гречневой муки и 8,6% порошка из яблочных выжимок. Во втором образце хлеба с добавлением замороженных яблочных выжимок была произведена замена части пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта соответственно на 6,7% гречневой муки и 10% свежемороженых яблочных выжимок, при этом количество воды было уменьшено. Исследование качественных показателей, выпеченных образцов хлеба проводили с использованием экспертного и органолептического методов. Для органолептической оценки была разработана пятибалльная шкала оценки качества хлеба, в которой на каждый показатель отводилось максимальное количество баллов – 5. По результатам исследования органолептических показателей качества разработанных образцов хлеба пшеничного, обогащенного вторичным яблочным сырьем, с использованием балльной шкалы установлено, что они превосходят контрольный образец. При этом лучшим оказался образец со свежеморожеными яблочными выжимками, набравший 38,2 балла из 40 возможных. Он имел правильную округлую форму с равномерно распределенными вкраплениями вкусовой добавки; приятные вкус и запах, свойственные изделиям данного наименования; однородный светло-коричневый цвет; равномерную пористость, без пустот и уплотнений, без комочков и следов непромеса. Образец хлеба с порошком из яблочных выжимок уступил ему 1,4 балла, набрав 36,8 баллов по всем показателям. По физико-химическим показателям разработанные образцы хлеба пшеничного, обогащенного яблочным сырьем (порошком из яблочных выжимок и замороженными яблочными выжимками) отвечают требованиям ГОСТ 31805-2018.

Ключевые слова: яблочные выжимки, хлеб, балльная шкала, показатели качества, органолептические показатели, физико-химические показатели

Evaluation of quality indicators of wheat bread enriched with secondary apple raw materials

Anna E. Kovaleva	¹	a.e.kovaleva@ya.ru	 0000-0001-7807-1755
Elvira A. Pyanikova	¹	alia1969@ya.ru	 0000-0003-4424-7323
Elizabeth D. Tkacheva	¹	tckachewa.liza@ya.ru	
Anastasia S. Riazantseva	¹	an.ryazantseva2016@ya.ru	

¹ South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia

Abstract. The influence of secondary apple raw materials (apple pomace powder and frozen apple pomace) on the organoleptic (shape, surface, color, level of baking and mixing, porosity, taste, odor) and physicochemical quality indicators (moisture, acidity and porosity) of wheat bread was studied in the work. The traditional wheat bread recipe in which a part of the premium wheat baking flour was replaced by 5.7% buckwheat flour and 8.6% apple pomace powder, respectively for bread with the addition of apple pomace powder, was taken as a basis. Replacement of a part of the premium wheat bakery flour, respectively, with 6.7% buckwheat flour and 10% fresh frozen apple pomace was made in the second bread sample with the addition of frozen apple pomace, while the amount of water was reduced. The study of the quality indicators of baked bread samples was carried out with expert and organoleptic methods. A five-point scale for bread quality assessing in which each indicator was assigned a maximum number of points - 5, was developed for organoleptic assessment. According to the results of the study of organoleptic quality indicators of the developed samples of wheat bread, enriched with secondary apple raw materials, with a point scale, it was found that they exceeded the control sample. At the same time, the sample with fresh frozen apple pomace turned out to be the best, gaining 38.2 points out of 40 possible. It had a regular rounded shape with evenly distributed impregnations of flavoring; pleasant taste and smell characteristic of the products of this name; uniform light brown color; uniform porosity, without voids and seals, without lumps and traces of impurities. A sample of bread with apple pomace powder yielded 1.4 points to it, gaining 36.8 points in all respects. The developed samples of wheat bread enriched with apple raw materials (apple pomace powder and frozen apple pomace) meet the requirements of GOST 31805-2018 in terms of physicochemical indicators

Keywords: apple pomace, bread, point scale, quality indicators, organoleptic indicators, physical and chemical indicators

Для цитирования

Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Ткачева Е.Д., Рязанцева А.С. Оценка показателей качества хлеба пшеничного, обогащенного вторичным яблочным сырьем // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 200–206. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-200-206

For citation

Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Tkacheva E.D., Riazantseva A.S. Evaluation of quality indicators of wheat bread enriched with secondary apple raw materials. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 200–206. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-200-206

Введение

Концепция функциональных пищевых продуктов была впервые введена в Японии в середине 1980 года [1]. Функциональная пища – это пищевые продукты, обогащенные специальными компонентами, которые являются важными для здоровья, превышают обычную пищевую ценность продукта [1, 2]. Эти продукты можно употреблять постоянно, что отличает их от диетических или пищевых добавок [2]. Спрос на такие продукты в последние годы неуклонно растет. Одним из примеров функционального питания является хлеб.

Хлеб является одним из распространенных источников пищи в рационе человека. Он может выступать в качестве превосходного источника энергии, а благодаря обогащению его можно использовать в качестве носителя фолатов, меди, тиамина, цинка, железа, фитиновой кислоты, минералов [3], а также меланоидинов [3]. Хлеб также может быть хорошим носителем фенольных антиоксидантов и волоконных полисахаридов в высоких концентрациях [4], которыми очень богато яблочное сырье.

Яблоки – не только одни из самых востребованных фруктов среди потребителей, но и ценное технологическое сырье для получения ряда продуктов питания, в том числе яблочного сока. При этом образуется огромное количество выжимок – отходов сокового производства, мало используемых во многих странах, в том числе и в России. Между тем, яблочные выжимки служат богатым источником биологически активных веществ – витаминов С, Р, Е, β-каротина, тритерпеновых соединений, витаминов группы В, минеральных элементов (после отжатия сока в выжимках остается почти половина общего количества важнейших минеральных элементов), пищевых волокон, в том числе пектиновых веществ [5].

Пищевые волокна из разных источников используются для замены пшеничной муки при приготовлении хлебобулочных изделий. Сушеная яблочная выжимка, побочный продукт фруктовой промышленности, рассматривается в качестве потенциального пищевого ингредиента с содержанием пищевых волокон около 36,8% [6]. Коллектив авторов обнаружил, что яблочная клетчатка превосходит пшеничные и овсяные отруби. Они использовали яблочную выжимку в рецептуре печенья и маффинов в количестве 4%, чтобы качество конечного продукта было приемлемым [7]. Кроме того, яблочные волокна состоят из биоактивных соединений, таких как флавоноиды, полифенолы и каротиноиды, а также считаются источником пищевых волокон [8] более высокого качества [9].

В работе [10] авторы исследовали некоторые функциональные свойства и обнаружили, что концентраты клетчатки из яблочного жмыха можно рассматривать как потенциальный источник обогащения клетчаткой. Авторы [11] изучали приготовление кексов из смеси пшеничной муки и яблочного жмыха (в количестве 5, 10 и 15% от массы муки) с целью обогащения кексов клетчаткой. В ходе исследований было выявлено, что свежие яблоки обладают антиоксидантной активностью, эквивалентной 1500 мг витамина С. Ученые в своей работе [12] указали, что полифенолы, которые в основном отвечают за антиоксидантную активность, присутствуют в яблочной выжимке и, следовательно, могут быть дешевым и легкодоступным источником пищевых антиоксидантов, которыми можно обогащать хлебобулочные изделия.

Так как вторичное яблочное сырье – это функциональное сырье, то целью исследования являлась оценка качественных показателей, разрабатываемых образцов хлеба пшеничного, обогащенного порошком из яблочных выжимок и замороженных яблочных выжимок.

Материалы и методы

Выбор определяющих показателей является первым и основополагающим этапом в общей методике оценки качества хлеба.

Определяющими считаются те показатели, по которым принимаются решения по оценке качества продукции. Из органолептических показателей качества в хлебе определяют: форму, поверхность, цвет, пропеченность, промес, пористость, вкус и запах.

Дегустация – органолептическая (зрением, обонянием и вкусом) оценка качества пищевых продуктов. Дегустация, при всей ее субъективности позволяет с большей точностью установить малейшие изменения в продукте, которые иногда не могут быть определены даже самыми чувствительными лабораторными методами. С помощью дегустации могут быть получены представления о свежести продукта, его зрелости, степени загрязнения, предшествующих условиях хранения, обработки и т. д. Дегустация самый простой и доступный метод определения качества и свойств продукта, применимый почти во всех условиях. Она не заменяет другие методы исследования, а чаще используется наряду с ними. Субъективность дегустации отчасти можно устранить, придерживаясь определенных условий исследования. Дегустацию планируют заранее, предусматривают количество образцов, число мест за дегустационными столами (не менее 0,6 м на одного человека). Помещение для дегустации должно быть чистым, просторным, свободным от посторонних запахов, с достаточным обменом воздуха, с умеренной температурой, защищенным от прямых солнечных лучей и при искусственном освещении источник света, защищают матовым стеклом. Каждый участник дегустации должен быть обеспечен дегустационным листом и образцами дегустируемой продукции.

Во время дегустации не допускаются высказывания, жестикуляция, мимика. В ходе дегустации ее участники заносят в дегустационный лист свои оценки о качестве продукта. До дегустации на всех листах должны быть напечатаны номера образцов и названия продукции. После окончания дегустации может быть организован обмен мнениями.

Дегустационная оценка отдельных показателей качества продукта осуществляется в соответствии с естественной последовательностью органолептического восприятия органами чувств. Вначале оценивают качественные показатели при помощи органов зрения – внешний вид, цвет, затем запах, определяемый в полости рта при перемещении продукта по ротовой полости: вкус, запах.

Консистенция (нежность, жесткость) продукта определяется осознательными ощущениями в полости рта. Она является одним из важнейших свойств, определяющих качество отдельных видов пищевых продуктов, и очень высоко оценивается потребителем.

Органолептическая оценка качества продукта может быть дифференцированной (по отдельным показателям качества) и комплексной, учитывающей значение всех показателей, характерных для данного продукта. При органолептическом анализе

качества продукта используют систему предпочтительной оценки и систему балльной оценки.

Систему предпочтительной оценки в основном применяют для потребительской характеристики продукта. Она не дает полного представления об органолептических свойствах продукта и не предусматривает количественного определения. Потребительская оценка продукта осуществляется с помощью шкал, предусматривающих описание качества по принципу предпочтения (очень нравится, нравится, не нравится, очень не нравится).

Балльная система органолептического анализа позволяет количественно определить качество продукта. При балльной оценке предусматривают скидку баллов с максимально возможной оценкой за дефекты, выявленные по каждому показателю качества: устанавливают балл, ниже которого продукт считается недоброкачественным.

Для органолептической оценки была разработана шкала балльной оценки качества хлеба, в которой на каждый показатель отводилось максимальное количество баллов – 5, общая сумма баллов составляла 40 баллов. Шкала балльной оценки хлеба представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Шкала балльной оценки качества хлеба

Table 1.

Scale scoring the quality of bread

Показатели Indicators	Баллы Points			
	5	4	3	2
Форма Form	Округлая, овальная или продолговато-овальная, не расплывчатая, без притисков Rounded, oval or oblong-oval, not vague, without imprints	Округлая, овальная или продолговато-овальная, не расплывчатая, с небольшими притисками Rounded, oval or oblong-oval, not vague, with small imprints	Округлая, овальная или продолговато-овальная, слегка расплывчатая, с притисками Round, oval or oblong-oval, slightly vague, with imprints	Не соответствующая хлебной форме, расплывчатая, с опавшей корочкой Does not match the bread shape, vague, with a fallen crust
Поверхность Surface	Без крупных трещин и подрывов, с наколами или надрезами, или без них в соответствии с технологическими инструкциями; гладкая или шероховатая. Допускается: мучнистость для подового хлеба Without large cracks and explosions, with or without punctures or cuts, in accordance with the technological instructions; smooth or rough. Allowed: powdery for hearth bread	Гладкая или шероховатая, с небольшими трещинами и подрывами. Допускается мучнистость Smooth or rough, with slight cracks and dents. Mealy is allowed	Шероховатая, без глянца поверхность, с трещинами и подрывами. Допускается: мучнистость Rough, glossless surface, cracked and burst. Allowed: mealy	Опавшая корка. Шероховатая, без глянца поверхность, с крупными трещинами и подрывами. Отслоение корки от мякиша Fallen crust. Rough, glossless surface, with large cracks and explosions. Peeling of crust from crumb
Цвет Color	От светло-желтого до темно-коричневого с равномерным распределением растительного сырья Light yellow to dark brown with even distribution of plant materials	От светло-коричневого до темно-коричневого с слегка неравномерным распределением растительного сырья Light brown to dark brown with slightly uneven distribution of plant materials	От бледно-коричневого до темно-коричневого с неравномерным распределением растительного сырья Pale brown to dark brown with uneven distribution of plant materials	Бледно-серый или коричнево-серый до черного с неравномерным распределением растительного сырья Pale gray or brown-gray to black with uneven crop distribution
Пропеченность Baked goods	Пропеченный, не влажный на ощупь. Эластичный, после легкого надавливания пальцами мякиш должен принимать первоначальную форму Baked, not damp to the touch. Elastic, after light pressure with your fingers, the crumb should return to its original shape	Не влажный на ощупь. После легкого надавливания пальцами мякиш не принимает первоначальную форму Not damp to the touch. After light pressure with fingers, the crumb does not return to its original shape	Влажный на ощупь. После легкого надавливания пальцами мякиш не принимает первоначальную форму Moist to the touch. After light pressure with fingers, the crumb does not return to its original shape	Не пропеченный, влажный на ощупь. Не эластичный, после легкого надавливания пальцами мякиш не принимает первоначальную форму Not baked, moist to the touch. Not elastic, after light pressure with fingers, the crumb does not return to its original shape
Промес Promes	Без комочков и следов непромеса No lumps and traces of impurities	Наблюдаются небольшие комочки, без следов непромеса Small lumps are observed, without traces of impurities	Наблюдаются небольшие комочки и следы непромеса Small lumps and traces of impurities are observed	С комочками и плохо промешанное Lumpy and poorly mixed

Продолжение таблицы 1 | Continuation of table 1 |

1	2	3	4	5
Пористость Porosity	Развитая, без пустот и уплотнений Developed, without voids and seals	Не сильно развитая, без пустот, без уплотнений Not strongly developed, no voids, no seals	Не сильно развитая, без пустот, с небольшими уплотнениями у корки Not strongly developed, without voids, with small compaction at the crust	Не развитая, с пустотами или сильно уплотненная Undeveloped, void or highly compacted
Вкус Taste	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса Specific to this type of product, without any foreign taste	Слабо выраженный вкус данного продукта, без постороннего привкуса Weakly expressed taste of this product, without foreign aftertaste	Плохо выраженный вкус данного продукта с вносимой добавкой, с посторонним привкусом Poorly expressed taste of this product with an added additive, with an off-taste	Не свойственный данному виду изделий с ярко выраженным посторонним вкусом не свойственным дополнительно вводимому сырью Not typical of this type of product with a pronounced foreign taste not typical of additionally introduced raw materials
Запах Smell	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха Specific to this type of product, without foreign smell	Слабо выраженный запах данного продукта, без постороннего запаха Weak smell of this product, no foreign smell	Плохо выраженный запах данного продукта, с посторонним запахом Poor smell of this product, with a foreign smell	Не свойственный данному виду изделий, с посторонним запахом, запахом затхлости и плесени Not typical for this type of product, with an off-odor, musty and moldy smell

Результаты и обсуждение

В разработанной рецептуре хлеба с добавлением вторичного яблочного сырья в качестве основных ингредиентов были взяты: мука пшеничная высшего сорта, гречневая мука, дрожжи хлебопекарные прессованные, вода питьевая, масло подсолнечное, соль [13]. Образец № 1 представлял собой хлеб с добавлением порошка из яблочных выжимок, образец № 2 – хлеб с добавлением замороженных яблочных выжимок. В первом образце была произведена замена части пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта 5,7% гречневой муки и 8,6% порошка из яблочных выжимок, количество воды составило 46% от общей массы сырья в рецептуре. Во втором образце также произведена замена части пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта на 6,7%

гречневой муки и 10% свежемороженых яблочных выжимок, количество воды было уменьшено и составило 37% от общей массы сырья в рецептуре.

Данные образцы хлеба пшеничного готовили безопасным способом по технологии, представленной в работе [13]. Лабораторную выпечку проводили согласно ГОСТ 27669–88. Готовые образцы хлеба оценивались через 4 часа после выпечки [14].

Оценки качественных показателей выпеченных образцов хлеба проводилась с использованием экспертного и органолептического методов. Экспертный метод основан на том, что каждый из 5 экспертов, участвующих в опросе, присваивает каждому из критериев определенный балл [15]. Оценка показателей качества образцов хлеба представлена в таблице 2.

Таблица 2.

Экспертная оценка показателей качества образцов хлеба

Table 2.

Expert assessment of quality indicators of bread samples

Показатели качества хлеба Quality indicators of bread	Эксперты Experts									
	1		2		3		4		5	
	Образец № 1 Sample № 1	Образец № 2 Sample № 2	Образец № 1 Sample № 1	Образец № 2 Sample № 2	Образец № 1 Sample № 1	Образец № 2 Sample № 2	Образец № 1 Sample № 1	Образец № 2 Sample № 2	Образец № 1 Sample № 1	Образец № 2 Sample № 2
Форма Form	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
Поверхность Surface	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5
Цвет Color	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4
Пропеченность Baked	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Промес Promes	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Пористость Porosity	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4
Вкус Taste	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5
Запах Smell	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5
Сумма баллов Sum	37	39	36	37	37	39	37	38	37	38

Дегустаторы, используя свои органы чувств, провели оценку качества органолептических показателей разработанных образцов хлеба с использованием вторичного яблочного сырья. Используя балльную шкалу, представленную в таблице 1, каждый дегустатор заполнил

карту. Полученные результаты были обработаны и на основе их составлен протокол испытаний. Средние значения органолептических показателей качества образцов хлеба приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Средние значения органолептических показателей качества образцов хлеба

Table 3.

Average values of organoleptic indicators of the quality of bread samples

Образец Sample	Баллы Points								
	Форма Form	Поверхность Surface	Цвет Color	Пропеченность Baked goods	Промес Promes	Пористость Porosity	Вкус Taste	Запах Smell	Сумма баллов Sum of points
Контроль Control	4,6	4,4	4,8	4,6	4,4	4,4	4,6	4,4	36,2
№ 1	4,6	4,2	4,8	5,0	5,0	4,4	4,4	4,4	36,8
№ 2	4,6	4,8	4,6	5,0	5,0	4,6	4,8	4,8	38,2

Из данных таблицы 3 по результатам исследования органолептических показателей качества разработанных образцов хлеба видно, что они превосходят контрольный образец. Лучшим при этом оказался образец со свежеморожеными яблочными выжимками, набравший 38,2 балла из 40 возможных. Образец хлеба с порошком из яблочных выжимок уступил ему 1,4 балла, набрав 36,8 баллов по всем показателям.

Образцы по показателю «форма» набрали по 4,6 балла, что соответствует требованиям ГОСТ: форма – округлая, не расплывчатая, без притисков.

По показателям «пропеченность» и «промес» оба образца получили по 5 баллов. Мякиш пропеченный, не влажный на ощупь; эластичный, после легкого надавливания пальцами принимал первоначальную форму. Комочков и следов непромеса в образцах не наблюдалось.

Цвет у образца № 1 был приятный, равномерный желто-коричневый (он набрал 4,8 балла), у образца № 2 – светло-коричневый с равномерным распределением добавки из растительного сырья (он набрал 4,6 балла).

По показателю «пористость» образец № 1 набрал 4,4 балла: пористость развитая, без пустот и уплотнений. У образца № 2 пористость развитая, без пустот и уплотнений, равномерная, но поры крупнее, чем у контрольного образца и образца № 1.

Образец хлеба с порошком из яблочных выжимок по показателям «вкус» и «запах» набрал по 4,4 балла. Он имел вкус и запах свойственные данному виду изделия, без посторонних неприятных привкуса и запаха, но с привкусом и ароматом яблочного сырья. В образце хлеба

со свежеморожеными яблочными выжимками данные показатели соответствуют 4,8 баллам, что характеризуется вкусом и запахом, свойственными данному виду изделия, без постороннего привкуса и запаха.

Физико-химические показатели качества продукции характеризуют качество проведения технологических процессов [13], поэтому их определение является неотъемлемой частью оценки качества готовой продукции. Физико-химическими показателями качества для хлеба являются влажность, пористость и кислотность.

Влажность определяли по ГОСТ 21094–75. С ней связана пищевая ценность, так как при увеличении влажности уменьшается доля питательных веществ в изделиях. Влажность является важным показателем качества хлеба. Повышенная влажность снижает калорийность и ухудшает качество хлеба: он делается более тяжелым, хуже усваивается организмом. Такой хлеб быстрее подвергается плесневению, заболеваниям, легко деформируется. Низкая же влажность хлеба приводит к тому, что он становится сухим, быстро черствеет, ухудшается его вкус. Влажность в пшеничном хлебе по ГОСТ 31805–2018 колеблется от 19 до 52%.

Пористость хлеба показывает отношение объема пор к общему объему мякиша хлеба и выражается в процентах. С пористостью хлеба связана его усвояемость. Хорошо разрыхленный хлеб с равномерной мелкой тонкостенной пористостью лучше пропитывается пищеварительными соками и поэтому полнее усваивается. Пористость пшеничного хлеба определяется по ГОСТ 5669–96 и должна быть не менее 68%.

Кислотность хлеба принято выражать в условных единицах – градусах. Градус кислотности соответствует 1 мл нормального раствора едкой щелочи, расходуемой на нейтрализацию кислот и других кислых соединений в 100г мякиша. Кислотность в некоторой степени характеризует вкусовые достоинства хлеба. Недостаточно и излишне кислый хлеб неприятен на вкус. Кислотность пшеничного хлеба

определяется по ГОСТ 5670–96 и должна быть не более 3,5 град. Она характеризует вкусовые достоинства хлеба. Недостаточно или излишне кислый хлеб неприятен на вкус.

В результате проведения физико-химических испытаний для выпеченных образцов хлеба с использованием вторичного яблочного сырья получили данные, представленные в таблице 4.

Таблица 4.

Результаты проведения физико-химических испытаний для разработанных хлебов

Table 4.

Results of physical and chemical tests for the developed loaves

Показатель Indicator	ГОСТ 31805– 2018	Образец № 1 Sample № 1	Образец № 2 Sample № 2	Контроль Control
Влажность мякиша, % Humidity of the crumb, %	19–52	24,95	25,98	25,57
Кислотность мякиша, °, ≤ Acidity of the crumb, °, ≤	3,5	3,35	3,30	3,20
Пористость, %, ≥ Porosity, %, ≥	68	70,50	73,30	69,25

Как видно из данных таблицы 4, по физико-химическим показателям свежесделанные образцы хлеба удовлетворяют требованиям ГОСТ 31805–2018.

Разработанные образцы хлеба имеют высокую пористость и оптимальную влажность. Эти показатели позволяют легче усваиваться хлебу.

Степень повышения кислотности определяется дозировкой вводимого продукта и содержанием кислот в нем. В процессе брожения теста кислотонакопление не интенсифицируется, что следует учитывать при разработке технологии применения яблочных продуктов в хлебопечении.

Снижение pH коррелирует с нарастанием кислотности. Следовательно, в тесте, содержащем продукты из вторичного яблочного сырья, контроль кислотности можно вести по pH.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

— вид внесенного в рецептуру хлеба пшеничного вторичного яблочного сырья и его количество влияют на показатели качества готового продукта;

— проанализировав вкусовые предпочтения, наибольшую сумму баллов (38,2 балла) набрал образец хлеба № 2 с добавлением свежемороженого яблочного выжимок. Он имел правильную округлую форму с равномерно распределенными вкраплениями вкусовой добавки; приятные вкус и запах свойственные изделиям данного наименования; однородный светло-коричневый цвет; равномерную пористость, без пустот и уплотнений, без комочков и следов непромеса;

— оба разработанных образца хлеба пшеничного, обогащаемого вторичным яблочным сырьем (порошком из яблочных выжимок и замороженными яблочными выжимками), превосходят контрольный образец и их рецептуры могут быть рекомендованы в производство на хлебопекарных предприятиях.

Литература

- 1 Siró Kápolna E., Kápolna B., Lugasi A. Product development, marketing and consumer acceptance-a review Appetite // Functional food. 2008. V. 51. № 3. P. 456–467.
- 2 Kwak N.-S., Jukes D.J. Part 1: the development of a regulatory concept // Functional foods. Food Cont. 2001. V. 12. № 2. P. 99–107.
- 3 Helou C., Gadonna-Widehem P., Robert N., Branlard G. et al. The impact of raw materials and baking conditions on Maillard reaction products, thiamine, folate, phytic acid and minerals in white bread // Food Funct. 2016. V. 7. № 6. P. 2498–2507.
- 4 Sivam A.S., Sun-Waterhouse D., Quek S., Perera C.O. Properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants: a review // J. Food Sci. 2010. V. 75. № 8. P. R163–R174.
- 5 Чалдаев П.А., Свечников А.Ю. Применение яблочных выжимок для производства продуктов питания // Пищевая промышленность. 2014. № 4. С. 23–28.
- 6 Carson K.J., Collins J.L., Penfield M.P. Unrefined, dried apple pomace as a potential food ingredient // Journal of Food Science. 1994. V. 59. P. 1213–1215.

- 7 Chen H., Rubenthaler G.L., Schanus E.G. Effect of apple fibre and cellulose on the physical properties of wheat flour // *Journal of Food Science*. 1988. V. 53. P. 304–305.
- 8 Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Рязанцева А.С. Исследование влияния яблочных выжимок на активность хлебопекарных дрожжей // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2020. № 2. С. 65–71.
- 9 Fernández-Ginéz J.M., Fernández-López J., Sayas-Barberá E., Pérez-Alvarez J.A. Effects of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fibre // *Journal of Food Science*. 2003. V. 68. P. 710–715.
- 10 Fernando F., Maria L.H., Maria E.A., Chiffelle I. et al. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential source for food enrichment // *Food Chemistry*. 2005. V. 91. P. 395–401.
- 11 Masoodi F.A., Bhavana S., Chauhan G.S. Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes Plant // *Foods for Human Nutrition*. 2002. V. 57. P. 121–128.
- 12 Lu Y., Foo L.Y. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace // *Food Chemistry*. 2000. V. 68. P. 81–85.
- 13 Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Ткачева Е.Д. Совершенствование рецептуры и технологии хлеба пшеничного с использованием яблочных выжимок // *Вестник ВГУИТ*. 2020. Т. 82. № 2. С. 61–66.
- 14 Науменко Н.В., Потороко И.Ю., Калинина И.В., Малинин А.В. и др. Совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения // *Вестник ВГУИТ*. 2019. Т. 81. № 2. С. 108–113. doi:10.20914/2310–1202–2019–2–108–113.
- 15 Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Быковская Е.И., Овчинникова Е.В. Влияние яблочного порошка на потребительские свойства хлебцев хрустящих // *Вестник ВГУИТ*. 2019. Т. 81. № 4. С. 122–130. doi:10.20914/2310–1202–2019–4–122–130.

References

- 1 Siró Kápolna E., Kápolna B., Lugasi A. Product development, marketing and consumer acceptance-a review *Appetite. Functional food*. 2008. vol. 51. no. 3. pp. 456–467.
- 2 Kwak N.-S., Jukes D.J. Part 1: the development of a regulatory concept. *Functional foods. Food Cont.* 2001. vol. 12. no. 2. pp. 99–107.
- 3 Helou C., Gadonna-Widehem P., Robert N., Branlard G. et al. The impact of raw materials and baking conditions on Maillard reaction products, thiamine, folate, phytic acid and minerals in white bread. *Food Funct.* 2016. vol. 7. no. 6. pp. 2498–2507.
- 4 Sivam A.S., Sun-Waterhouse D., Quek S., Perera C.O. Properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants: a review. *J. Food Sci.* 2010. vol. 75. no. 8. pp. R163–R174.
- 5 Chaldae P.A., Svechnikov A.Yu. The use of apple pomace for food production. *Food industry*. 2014. no. 4. pp. 23–28. (in Russian).
- 6 Carson K.J., Collins J.L., Penfield M.P. Unrefined, dried apple pomace as a potential food ingredient. *Journal of Food Science*. 1994. vol. 59. pp. 1213–1215.
- 7 Chen H., Rubenthaler G.L., Schanus E.G. Effect of apple fibre and cellulose on the physical properties of wheat flour. *Journal of Food Science*. 1988. vol. 53. pp. 304–305.
- 8 Pianikova E.A., Kovaleva A.E., Ryazantseva A.S. Study of the effect of apple refuses on the activity of bakery yeast. *Technologies for the food and processing industry of AIC – healthy food*. 2020. no. 2. pp. 65–71. (in Russian).
- 9 Fernández-Ginéz J.M., Fernández-López J., Sayas-Barberá E., Pérez-Alvarez J.A. Effects of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fibre. *Journal of Food Science*. 2003. vol. 68. pp. 710–715.
- 10 Fernando F., Maria L.H., Maria E.A., Chiffelle I. et al. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential source for food enrichment. *Food Chemistry*. 2005. vol. 91. pp. 395–401.
- 11 Masoodi F.A., Bhavana S., Chauhan G.S. Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes Plant. *Foods for Human Nutrition*. 2002. vol. 57. pp. 121–128.
- 12 Lu Y., Foo L.Y. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food Chemistry*. 2000. vol. 68. pp. 81–85.
- 13 Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Tkacheva E.D. Improving the recipe and technology of wheat bread with apple pomace. *Proceedings of VSUET*. 2020. vol. 82. no. 2. pp. 61–66. (in Russian).
- 14 Naumenko N.V., Potorocho I.Yu., Kalinina I.V., Malinin A.V. et al. Improving the production technology of bakery products obtained using ingredients of plant origin. *Proceedings of VSUET*. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 108–113. doi:10.20914/2310–1202–2019–2–108–113. (in Russian).
- 15 Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Bykovskaya E.I., Ovchinnikova E.V. The effect of apple powder on the consumption of crispbread. *Proceedings of VSUET*. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 122–130. doi:10.20914/2310–1202–2019–4–122–130. (in Russian).

Сведения об авторах

Анна Е. Ковалева к.х.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, a.e.kovaleva@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

Information about authors

Anna E. Kovaleva Cand. Sci. (Chem.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, a.e.kovaleva@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

Эльвира А. Пьяникова к.т.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, alia1969@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

Елизавета Д. Ткачева студент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, tckachewa.liza@ya.ru

Анастасия С. Рязанцева студент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, an.ryazantseva2016@ya.ru

Вклад авторов

Анна Е. Ковалева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Эльвира А. Пьяникова обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Елизавета Д. Ткачева, Анастасия С. Рязанцева провели эксперимент, выполнили расчёты

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Elvira A. Pyanikova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, alia1969@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

Elizabeth D. Tkacheva student, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, tckachewa.liza@ya.ru

Anastasia S. Riazantseva student, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, an.ryazantseva2016@ya.ru

Contribution

Anna E. Kovaleva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Elvira A. Pyanikova review of the literature on an investigated problem

Elizabeth D. Tkacheva, Anastasia S. Riazantseva conducted an experiment, performed computations

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 05/08/2020	После редакции 14/08/2020	Принята в печать 21/08/2020
Received 05/08/2020	Accepted in revised 14/08/2020	Accepted 21/08/2020

Использование инулинсодержащего сырья в производстве хлебобулочных изделий

Тамара В. Баулина	¹	tuzowa.tamara@yandex.ru	 0000-0002-5209-9036
Инна В. Сергиенко	¹	i-sergienko@inbox.ru	 0000-0002-2771-3081
Алла Е. Куцова	²	alla-toporkova@yandex.ru	 0000-0002-5778-6150
Анна А. Дерканосова	²	aa-derk@yandex.ru	 0000-0002-9726-9262

¹ Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Согласно современным тенденциям науки о питании ассортимент хлебопекарной продукции должен быть расширен выпуском изделий повышенного качества и пищевой ценности, профилактического и лечебного назначения. Объем выработки диетических изделий незначителен, потребность в них удовлетворяется лишь на 10–20%. Повышение пищевой ценности хлеба осуществляется регулированием химического состава изделий в результате использования традиционного для хлебопечения сырья и введением биологически активных добавок, позволяющих получать готовые изделия, обладающие функциональными свойствами и предназначенные для лечебного и профилактического питания. Изучено влияние инулинсодержащего сырья топинамбура на качественные показатели булочных изделий с целью сохранения оптимальных органолептических и физико-химических свойств и придания изделиям функциональной направленности. При органолептической оценке осматривались состояние поверхности, консистенция, структура, степень сухости, аромат теста, его вкус и цвет. С увеличением процентного внесения порошка топинамбура в тесто увеличивалось количество темных вкраплений, привкус топинамбура становился более выраженным. Определена степень перевариваемости предложенных булочек системой пепсин-трипсин, имитирующей переваривание пищи в желудке человека. Предлагаемое изделие расширяет ассортимент хлебобулочных изделий функционального назначения, улучшенным по биологической ценности (на 23%), витаминному (А, Е) и минеральному составу. Разработан проект ТУ и ТИ, РЦ. Булочка перспективна для внедрения в производство.

Ключевые слова: инулинсодержащее сырье, порошок топинамбура, биологическая ценность, булочные изделия, функциональное питание

Use of inulin-containing raw materials in bakery products

Tamara V. Baulina	¹	tuzowa.tamara@yandex.ru	 0000-0002-5209-9036
Inna V. Sergienko	¹	i-sergienko@inbox.ru	 0000-0002-2771-3081
Alla E. Kutsova	²	alla-toporkova@yandex.ru	 0000-0002-5778-6150
Anna A. Derkanosova	²	aa-derk@yandex.ru	 0000-0002-9726-9262

¹ Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny Lane, 36, Moscow, 117997, Russia

² Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. According to modern trends in nutritional science, the range of bakery products should be expanded with the release of products of improved quality and nutritional value, for preventive and therapeutic purposes. The volume of production of dietary products is insignificant, the need for them is satisfied only by 10–20%. The increase in the nutritional value of bread is carried out by regulating the chemical composition of products as a result of the use of raw materials traditional for baking and the introduction of biologically active additives, which make it possible to obtain finished products that have functional properties and are intended for therapeutic and preventive nutrition. The influence of inulin-containing raw materials of Jerusalem artichoke on the quality indicators of bakery products has been studied in order to preserve optimal organoleptic and physicochemical properties and give the products a functional orientation. During the sensory assessment, the surface condition, consistency, structure, dryness, aroma of the dough, its taste and color were examined. With an increase in the percentage of Jerusalem artichoke powder added to the dough, the number of dark inclusions increased, and the artichoke flavor became more pronounced. The degree of digestibility of the proposed buns was determined by the pepsin-trypsin system, which imitates the digestion of food in the human stomach. The offered product expands the range of functional bakery products, improved in biological value (by 23%), vitamin (A, E) and mineral composition. The project of TU and TI, RC has been developed. The bun is promising for implementation in production.

Keywords: inulin-containing raw materials, girasol powder, biological value, bakery products, functional nutrition

Введение

Пища является источником энергии, необходимой организму человека как для процессов обмена веществ, так и для покрытия затрат энергии на двигательные, трудовые и другие процессы [3].

Хлеб – один из немногих продуктов питания, позволяющих восполнить дефицит белка и витаминов. Нехватка этих жизненно важных элементов является сегодня весьма

распространенным недугом. Разница даже в процентном содержании белка в муке (от 8 до 14%), из которой изготавливают хлеб, сильно влияет на запасы «строительного материала» в организме человека, не говоря уже о содержании витаминов в готовом хлебе.

По данным исследования, дефицит полноценных белков в рационе питания составляет 25%, витаминов группы В от 30 до 40%, витамина А – 30%, витамина С 70–90%.

Для цитирования

Баулина Т.В., Сергиенко И.В., Куцова А.Е., Дерканосова А.А. Использование инулинсодержащего сырья в производстве хлебобулочных изделий // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 208–214. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-208-214

For citation

Baulina T.V., Sergienko I.V., Kutsova A.E., Derkanosova A.A. Use of inulin-containing raw materials in bakery products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 208–214. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-208-214

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Содержание витаминов В₁₂ – 60% и фолиевой кислоты – 135% в процентном соотношении от необходимой суточной потребности должно быть повышенным, потому что только 30 – 50% потребляемой фолиевой кислоты доходит до крови и клеток тела. При стрессах потребность в ней увеличивается. Дефицит витаминов обнаруживается не только зимой и весной, но в летне-осенние периоды, что свидетельствует о формировании круглогодичного («постоянного») типа дефицита [1].

За счет потребления хлеба человек почти наполовину удовлетворяет свою потребность в углеводах, на треть – в белках, более чем наполовину – в витаминах группы В, солях фосфора и железа.

В современных условиях требуются новые подходы к разработке ассортимента изделий, роль которого в организации потребления должна существенно возрасти. При этом следует больше, чем ранее, учитывать спрос и потребности разных групп населения.

Согласно современным тенденциям науки о питании ассортимент хлебопекарной продукции должен быть расширен выпуском изделий повышенного качества и пищевой ценности, профилактического и лечебного назначения.

Объем выработки диетических изделий незначителен, потребность в них удовлетворяется лишь на 10–20%. Низок уровень производства изделий профилактического назначения для населения в зонах экологического неблагополучия, хлеба длительного хранения (от 3 до 30 сут) для людей, проживающих в труднодоступных и отдаленных районах, в условиях техногенных катастроф, аварийных ситуаций, спецконтингентов и др.

Повышение пищевой ценности хлеба осуществляется регулированием химического состава изделий в результате использования традиционного для хлебопечения сырья и введением биологически активных добавок (БАД), позволяющих получать готовые изделия, обладающие функциональными свойствами и предназначенные для лечебного и профилактического питания. Регулирование химического состава изделий с целью создания изделий повышенной пищевой ценности – это путь создания хлебо-булочных изделий нового поколения [4].

Технология витаминизации продуктов успешно опробована мировым сообществом и давно прошла испытание временем, доказала

потребителям эффективность и безопасность, а производителям обеспечила выгоду и надежность. Введение витаминов в организм через хлебопродукты имеет очень важное преимущество – исчезает необходимость заботиться о регулярном приеме витаминов в виде таблеток и драже, когда эти добавки попадают в организм неравномерно и, соответственно, хуже усваиваются.

В случае потребления в пищу витаминизированного хлеба поступление в организм биологически активных добавок происходит естественным путем, без дополнительных усилий [3].

В последние годы наметилась тенденция обогащения продуктов питания различными биологически активными веществами растительного происхождения.

Материалы и методы

Нами изучено влияние инулинсодержащего сырья топинамбура на качественные показатели булочки «Городская» и определена оптимальная дозировка порошка топинамбура в рецептуру с целью сохранения оптимальных органолептических и физико-химических показателей и придания изделиям функциональной направленности.

При проведении пробной лабораторной выпечки булочных изделий выполнялись 4 варианта приготовления теста с различным количеством внесения порошка топинамбура: 1 вариант – без внесения порошка топинамбура; 2 вариант – с внесением порошка топинамбура в количестве 2,5% к массе муки; 3 вариант – с внесением порошка топинамбура в количестве 3,0% к массе муки; 4 вариант – с внесением порошка топинамбура в количестве 5,0% к массе муки.

Булочка «Городская» (контроль) вырабатывается из пшеничной муки высшего сорта. Тесто готовится однофазным ускоренным способом с применением интенсивного замеса.

Во время брожения теста исследовали влияние вносимых компонентов на формоудерживающую и газообразующую способности. О формоудерживающей способности судили по расплываемости шарика теста (рисунок 1). При добавлении в тесто порошка из топинамбура расплываемость по сравнению с контрольной пробой снижается на 21%. Это связано со способностью порошка из топинамбура сорбировать свободную влагу теста.

Контрольная и опытная рецептуры булочек

Table 1.

Control and experimental recipes of buns

Сырье и заданные показатели процесса Raw materials and specified process parameters	Контроль (булочка «Городская») Control (bun "City")	Варианты приготовления теста (опыт) Test preparation options (experiment)			
		1	2	3	4
Мука пшеничная высший сорт, г Wheat flour, g	100	300	300	300	300
Дрожжи хлебопекарные прессованные, г Pressed baking yeast, g	3	9	9	9	9
Соль поваренная пищевая, г Table salt, g	1,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Сахар-песок, г Granulated sugar, g	3	9	9	9	9
Сыворотка молочная, мл Milk serum, ml	20	60	60	60	60
Порошок топинамбура, г Artichoke powder, g		-	7,5	9	15
Вода, мл Water, ml	По расчету Calculation	125,8	131,2	132,2	136,5
Мак, г Mac, g		4,2	4,2	4,2	4,2
Температура воды, °C Water temperature, °C		37,7	37,6	37,5	37,4

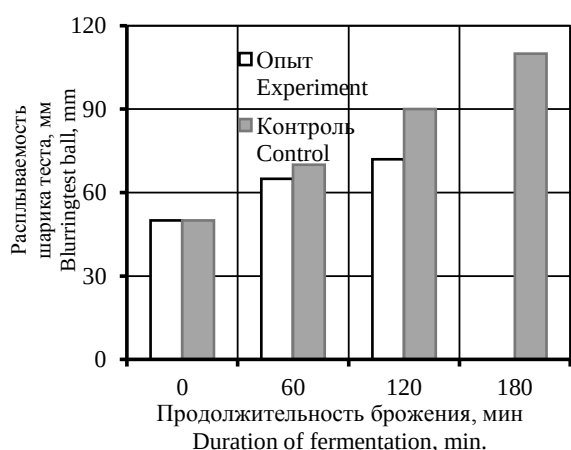


Рисунок 1. Изменение формоудерживающей способности теста в процессе брожения

Figure 1. Change in the form-holding capacity of the dough during fermentation

Зависимость газообразующей способности теста в процессе брожения представлена на рисунке 2.

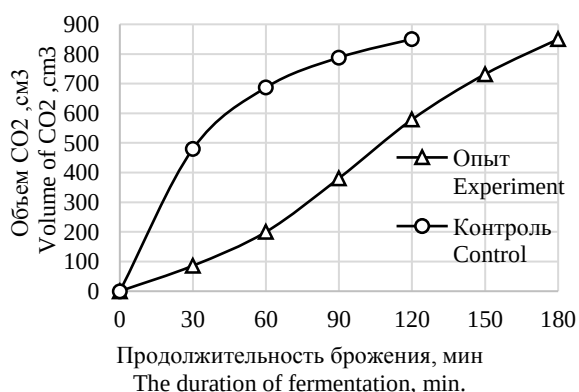


Рисунок 2. Изменение газообразующей способности теста в процессе брожения

Figure 2. Change in the gas-forming ability of the dough during fermentation

Газообразующая способность теста увеличивается на 71%. Улучшающий эффект заключается в том, что с топинамбуром вносится питание для дрожжей в виде аминокислот и минеральных веществ, а также витамины, которые также благотворно влияют на микрофлору дрожжей.

Одной из важнейших задач данной работы является улучшение физических и реологических свойств теста, поэтому особую роль играет показатель, определяющий структурно-механические свойства теста – вязкость.

Изменение динамической вязкости в процессе брожения и расстойки представлено на рисунке 3.

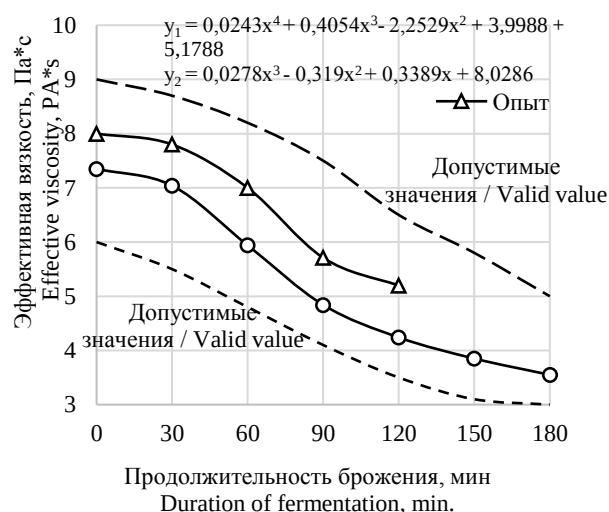


Рисунок 3. Изменение эффективной вязкости теста в процессе брожения

Figure 3. Change in the effective viscosity of the dough during fermentation

Динамическая вязкость теста опытной пробы после 180 мин брожения составляет 800 Па·с, а у контрольной пробы – 730 Па·с. Все значения входят в область допустимых значений.

Значение вязкости опытной пробы выше контрольной. Это объясняется тем, что при внесении топинамбура в тесто увеличивается набухание коллоидов, отчего снижается доля свободной влаги и тесто становится более сухим, следовательно, увеличивается вязкость теста.

При органолептической оценке осматривались состояние поверхности, консистенция, структура, степень сухости, аромат теста, его вкус и цвет. С увеличением процентного внесения порошка топинамбура в тесто увеличивалось количество темных вкраплений, привкус топинамбура становился более выраженным. Остальные органолептические показатели практически не отличались.

Полученные результаты органолептической оценки готовых изделий занесены в таблицу 2.

Таблица 2.

Органолептическая оценка булочки

Table 2.

Organoleptic evaluation of the bun

Показатель Indicator	Количество топинамбура, % к массе муки Amount of Jerusalem artichoke, % by weight of flour			
	0	2,5	3,0	5,0
Внешний вид Appearance:				
Форма shape	правильная округлая correct rounded			
Поверхность Surface	гладкая без трещин и подрывов, посыпана маком smooth without cracks and explosions, sprinkled with poppy seeds			
Цвет корки Crust color	светло-коричневый light brown	светло-коричневый с сероватым оттенком light brown with a grayish tinge		
Состояние мякиша Crumbs				
цвет color	белый white	серый gray		темно серый dark grey
равномерность окраски the uniformity of the color	равномерная uniform			
эластичность elasticity	хорошая good			
плотность density	хорошая при надавливании не происходит деформации good pressure does not cause deformation			
пропеченность baked goods	пропеченый не липкий baked, not sticky			
крошковатость friability	Некрошащийся non-crumbling			
пористость porosity:				
по крупности by size	мелкая small		средняя average	
по равномерности by uniformity	равномерная uniform		неравномерная uneven	
по толщине стенок пор thickness of the pore walls	тонкостенная			толстостенная
Вкус Taste	свойственный inherent	свойственный с привкусом топинамбура characteristic with a hint of Jerusalem artichoke		свойственный с ярко выраженным вкусом топинамбура characteristic with a pronounced taste of Jerusalem artichoke
Комковатость при разжевывании Lumpiness when chewing	отсутствует absent			
Запах Smell	без постороннего запаха without foreign smell			

Внесение порошка топинамбура оказывает влияние и на вкусовые качества готовых изделий. Булочки с увеличением количества вводимого порошка топинамбура приобретали более выраженный привкус топинамбура, на что повлияли содержащиеся в нем органические кислоты. По вкусовым показателям изделие с 5%

внесением порошка топинамбура обладало сильно выраженным привкусом топинамбура, что придавало неприятные ощущения во время потребления. Изделия с 2,5 и 3-х% внесением порошка тоже обладало привкусом топинамбура, но менее выраженным и от этого вкус изделия становился более интересным.

Таблица 3.

Оценка булочки по физико-химическим показателям

Table 3.

Evaluation of buns by physical and chemical indicators

Показатель Indicator	Количество топинамбура, % к массе муки Amount of artichoke, % by weight of flour			
	0	2,5	3,0	5,0
Кислотность, град. Acidity, deg.	2,85	2,9	2,9	3,0
Влажность Humidity, %	43,8	44,1	44,3	44,5
Пористость Porosity, %	71,46	68,79	67,86	65,29
Объем хлеба, см ³ Bread Volume, cm	705	680	675	655

Степень переваримости булочек определяли методом «in vitro». Зависимость накопления тирозина от продолжительности гидролиза представлена на рисунке 4 (стрелками указаны моменты введения пепсина и трипсина).

На первом часе гидролиза под действием пепсина интенсивность накопления тирозина в опытной пробе выше на 56% по сравнению с контролем. На втором и третьем часах ферментативного переваривания интенсивность гидролиза в контрольной пробе уменьшается в большей степени, так как доступного субстрата для действия пепсина становится меньше.

В опытной пробе субстрат доступен для фермента и нарастание продуктов гидролиза происходит более интенсивно, поэтому в конце 6-го ч концентрация продуктов гидролиза выше в опытной пробе (78,8 мкг/см³ тирозина), по сравнению с контрольной (66,3 мкг/см³ тирозина).

Увеличение степени гидролиза белков опытной пробы булочки обусловлен, видимо, улучшением структурно-механических свойств

изделия, в частности, повышением пористости и ее соотношением – более тонкостенная, а, следовательно, и доступности компонентов действию пищеварительных ферментов.

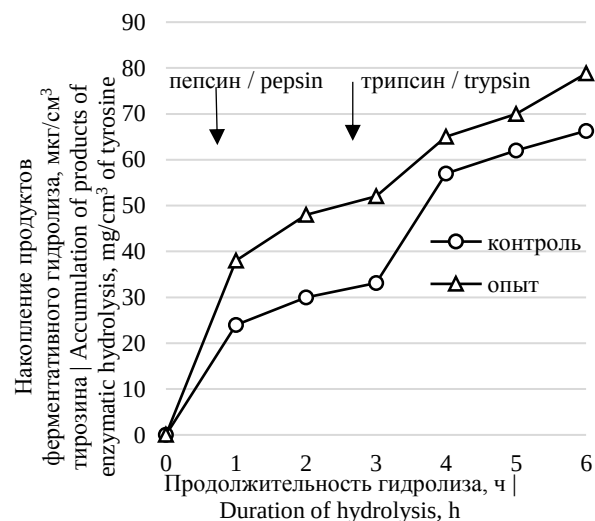


Рисунок 4. Переваримость белков сдобных булочек системой пепсин – трипсин (in vitro): 1 – проба 1 (контроль); 2 – проба 2 (опыт)

Figure 4. Digestibility of muffin proteins by the pepsin – trypsin system (in vitro): 1 – test 1 (control); 2 – test 2 (experience)

В порошке топинамбура содержится уникальный углеводный комплекс на основе фруктозы и ее полимеров: фруктоолигосахариды и инулин. Эти пищевые ингредиенты улучшают моторную функцию кишечника, нормализуют состав кишечной микрофлоры.

Заключение

Предлагаемое изделие расширяет ассортимент хлебобулочных изделий функционального назначения, улучшенным по биологической ценности (на 23%), витаминному (А, Е) и минеральному составу. Разработан проект ТУ и ТИ, РЦ. Булочка перспективна для внедрения в производство.

Литература

- 1 Пучкова Л.И., Поландова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2015. 560 с.
- 2 Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий. М.: Прейскурантиздат, 2016. 496 с.
- 3 Торжинская Л.Р., Яковенко В.А. Технохимический контроль хлебопродуктов: 2-е изд. перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2017. 339 с.
- 4 Martins Z.E., Pinho O., Ferreira I. Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products // Trends in Food Science & Technology. 2017. V. 67. P. 106-128.
- 5 Demirkesen I., Mert B. Recent developments of oleogel utilizations in bakery products // Critical reviews in food science and nutrition. 2020. V. 60. № 14. P. 2460-2479.
- 6 Delicato C. et al. Consumers' perception of bakery products with insect fat as partial butter replacement // Food Quality and Preference. 2020. V. 79. P. 103755.
- 7 Martinez-Saez N. et al. Use of spent coffee grounds as food ingredient in bakery products // Food Chemistry. 2017. V. 216. P. 114-122.
- 8 Шуваева Г.П., Корнеева О.С., Мальцева О.Ю., Свиридова Т.В. Получение, свойства и применение инулинасы *saccharomyces cerevisiae* ВГШ-2 // Вестник ВГУИТ. 2014. № 4. С. 213-219. doi: 10.20914/2310-1202-2014-4-213-219

- 9 Поснова Г.В., Семенкина Н.Г., Никитин И.А., Труфанова Ю.Н. Разработка технологии кекса функциональной направленности на основе продуктов переработки топинамбура // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 152-157. doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-152-157
- 10 Ermosh L. G., Safronova T. N., Prishina N. V. Features of biotechnological processes of bread production enriched with inulin-containing raw materials // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. V. 421. № 2. P. 022018.
- 11 Drabińska N., Zieliński H., Krupa-Kozak U. Technological benefits of inulin-type fructans application in gluten-free products—A review // Trends in Food Science & Technology. 2016. V. 56. P. 149-157.
- 12 Iorhachova K.H., Makarova O.V., Khvostenko E.V. Use of inulin-containing raw materials in technology of bakery and confectionery products // Food Science and Technology. 2010. V. 1. P. 13-17.
- 13 Konar N. Influence of conching temperature and some bulk sweeteners on physical and rheological properties of prebiotic milk chocolate containing inulin // European Food Research and Technology. 2013. V. 236. № 1. P. 135-143.
- 14 Puchkova T.S., Pikhalo D.M., Karasyova O.M. About the universal technology of processing jerusalem artichoke and chicory for inulin // Пищевые системы. 2019. Т. 2. № 2. С. 36-43.
- 15 Pourfarzad A., Ahmadian Z., Tavassoli-Kafrani M.H. The effect of sodium stearoyl lactylate on structural changes of wheat gluten in a model system fortified with inulin: Investigation with Fourier transform infrared spectroscopy // Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre. 2019. V. 17. P. 100175.

References

- 1 Puchkova L.I., Polandova R.D., Matveeva I.V. Bread technology. St. Petersburg, GIOR, 2015. 560 p. (in Russian).
- 2 Collection of technological instructions for the production of bakery products. Moscow, Preyskurantizdat, 2016. 496 p. (in Russian).
- 3 Torzhinskaya L.R., Yakovenko V.A. Technochemical control of bakery products. Moscow, Agropromizdat, 2017. 339 p. (in Russian).
- 4 Martins Z.E., Pinho O., Ferreira I. Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. Trends in Food Science & Technology. 2017. vol. 67. pp. 106-128.
- 5 Demirkesen I., Mert B. Recent developments of oleogel utilizations in bakery products. Critical reviews in food science and nutrition. 2020. vol. 60. no. 14. pp. 2460-2479.
- 6 Delicato C. et al. Consumers' perception of bakery products with insect fat as partial butter replacement. Food Quality and Preference. 2020. vol. 79. pp. 103755.
- 7 Martinez-Saez N. et al. Use of spent coffee grounds as food ingredient in bakery products. Food Chemistry. 2017. vol. 216. pp. 114-122.
- 8 Shuvaeva G.P., Korneeva O.S., Maltseva O.I., Sviridova T.V. Production, properties and application of saccharomyces cerevisiae VGSH-2 inulinase. Proceedings of VSUET. 2014. no. 4. pp. 213-219. doi: 10.20914/2310-1202-2014-4-213-219 (in Russian).
- 9 Posnova G.V., Semenkina N.G., Nikitin I.A., Trufanova Y.N. The development of functional cake technology based on processed Jerusalem artichoke products. Proceedings of VSUET. 2017. vol. 79. no. 1. pp. 152-157. doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-152-157 (in Russian).
- 10 Ermosh L.G., Safronova T.N., Prishina N.V. Features of biotechnological processes of bread production enriched with inulin-containing raw materials. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. vol. 421. no. 2. pp. 022018.
- 11 Drabińska N., Zieliński H., Krupa-Kozak U. Technological benefits of inulin-type fructans application in gluten-free products—A review. Trends in Food Science & Technology. 2016. vol. 56. pp. 149-157.
- 12 Iorhachova K.H., Makarova O.V., Khvostenko E.V. Use of inulin-containing raw materials in technology of bakery and confectionery products. Food Science and Technology. 2010. vol. 1. pp. 13-17.
- 13 Konar N. Influence of conching temperature and some bulk sweeteners on physical and rheological properties of prebiotic milk chocolate containing inulin. European Food Research and Technology. 2013. vol. 236. no. 1. pp. 135-143.
- 14 Puchkova T.S., Pikhalo D.M., Karasyova O.M. About the universal technology of processing jerusalem artichoke and chicory for inulin. Food systems. 2019. vol. 2. no. 2. pp. 36-43.
- 15 Pourfarzad A., Ahmadian Z., Tavassoli-Kafrani M.H. The effect of sodium stearoyl lactylate on structural changes of wheat gluten in a model system fortified with inulin: Investigation with Fourier transform infrared spectroscopy. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre. 2019. vol. 17. pp. 100175.

Сведения об авторах

Тамара В. Баулина к.б.н., доцент, заведующий научной лабораторией НИИ «Продовольственная безопасность», Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия, tuzowa.tamara@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5209-9036>

Инна В. Сергиенко к.т.н., доцент, кафедра товароведения и товарной экспертизы, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия, i-sergienko@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2771-3081>

Information about authors

Tamara V. Baulina Cand. Sci. (Biol.), associate professor, head of research laboratory «Quality and safety of food products», Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny Lane, 36, Moscow, 117997, Russia, tuzowa.tamara@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5209-9036>

Inna V. Sergienko Can. Sci. (Engin.), associate professor, commodity science and commodity examination department, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny Lane, 36, Moscow, 117997, Russia, i-sergienko@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2771-3081>

Алла Е. Куцова к.т.н., доцент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alla-toporkova@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5778-6150>

Анна А. Дерканосова к.т.н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, aa-derk@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Alla E. Kutsova Can. Sci. (Engin.), associate professor, animal products technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, alla-toporkova@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5778-6150>

Anna A. Derkanosova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, service and restaurant business department, Voronezh State, Revolution Avenue, 19, Voronezh, 394036, Russia, aa-derk@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Вклад авторов

Тамара В. Баулина обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Инна В. Сергиенко провела эксперимент, расчёты

Алла Е. Куцова консультация в ходе исследования

Анна А. Дерканосова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

Tamara V. Baulina review of the literature on an investigated problem

Inna V. Sergienko conducted an experiment, performed computations

Alla E. Kutsova consultation during the study

Anna A. Derkanosova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 21/07/2020	После редакции 31/07/2020	Принята в печать 10/08/2020
Received 21/07/2020	Accepted in revised 31/07/2020	Accepted 10/08/2020

Изучение качества масла сливочного с вкусовыми компонентами

Ольга И. Долматова¹Olgadolmatova@rambler.ru 0000-0002-427-9587Ксения А. Панченкова¹meatech@yandex.ru¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. В работе предложено повысить качество масла сливочного с вкусовыми компонентами при хранении за счет использования рецептурных ингредиентов, содержащих природные антиоксиданты. В состав вкусового компонента входят: томатные хлопья; соль; оливки, базилик, лук, орегано, чеснок, сахар, шалфей. По результатам балльной оценки образцов установлена оптимальная доза внесения вкусового компонента 1,0%. С учетом рекомендуемых норм по ГОСТ 32899 соли в составе вкусового компонента содержится недостаточное количество, поэтому ее вносили в масло дополнительно до общего содержания в продукте 1 %. В томатных хлопьях, которые составляют более половины от всей смеси вкусового компонента, отмечено высокое содержание бета-каротина, витамина С, PP, B1, B2, B6. Так же отмечено высокое содержание витамина Е в оливках, базилике, орегано; витамина С – в шалфее; витамина PP – в базилике, орегано, шалфее; витамина B1 – в орегано, чесноке, шалфее, витамина B2 – в базилике, орегано и шалфее, B6 – в базилике, луке, орегано, чесноке, шалфее. Амперометрическим способом найден показатель антиоксидантной активности вкусового компонента – 0,382 мг/г. Определена стойкость жира масла с вкусовыми компонентами. Образец выдержал испытания в течение 8 часов, порчи жира не отмечено. Проведены микроскопические исследования образцов масла на цифровом микроскопе Альтами БИО при увеличении в 200 раз. Микроструктура масла сливочного с вкусовыми компонентами характеризуется как зернистая, капли плазмы равномерно распределены в образце. Определены некоторые показатели консистенции. Установлена хорошая консистенция пробой на срез и хорошая термоустойчивость масла с вкусовыми компонентами. Органолептические показатели масла сливочного с вкусовыми компонентами: вкус и запах сливочный, соленый, пикантный, аромат и вкус внесенного компонента; консистенция пластичная с включениями добавленного компонента, поверхность блестящая; цвет светло-кремовый с крупинками внесенного компонента. Экспериментальным путем установлены основные физико-химические показатели масла сливочного с вкусовыми компонентами: массовая доля жира 62,0%; массовая доля влаги 32,5%; соли – 1%. Микробиологические показатели соответствуют нормативным требованиям. Добавление вкусового компонента в сливочное масло способствует формированию его плотной структуры, стойкому хранению жировой фракции, равномерному распределению плазмы масла. Продукт имеет улучшенные показатели качества.

Ключевые слова: масло сливочное, вкусовые компоненты, антиоксиданты, качество, органолептические показатели

The study of the quality of butter with flavoring components

Olga I. Dolmatova¹Olgadolmatova@rambler.ru 0000-0002-427-9587Ksenia A. Panchenkova¹meatech@yandex.ru¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The paper proposes to improve the quality of butter with flavoring components during storage through the use of prescription ingredients containing natural antioxidants. The composition of the flavor component includes: tomato flakes; salt; olives, basil, onions, oregano, garlic, sugar, sage. According to the results of the scoring of the samples, the optimal dose of adding a flavoring component of 1.0% was established. Taking into account the recommended standards according to GOST 32899, the salt in the composition of the flavor component contains an insufficient amount, so it was added to the oil in addition to a total content of 1% in the product. In tomato flakes, which make up more than half of the entire mixture of the flavoring component, a high content of beta-carotene, vitamin C, PP, B1, B2, B6 is noted. Also, a high content of vitamin E in olives, basil, oregano; vitamin C - in sage; vitamin PP - in basil, oregano, sage; Vitamin B1 - in oregano, garlic, sage, Vitamin B2 - in basil, oregano and sage, B6 - in basil, onion, oregano, garlic, sage. Amperometric method found an indicator of the antioxidant activity of the taste component of 0.382 mg / g The resistance of fat oil with flavoring components was determined. The sample passed the test for 8 hours, no spoilage of fat was noted. Microscopic studies of oil samples were carried out using a Altami BIO digital microscope at a magnification of 200 times. The microstructure of butter with flavoring components is characterized as granular, plasma drops are evenly distributed in the sample. Some consistency indicators are identified. A good cut-through consistency was established and good heat resistance of the oil with taste components. Organoleptic characteristics of butter with flavoring components: taste and smell creamy, salty, piquant, aroma and taste of the introduced component; plastic consistency with inclusions of the added component, glossy surface; color light cream with grains of the introduced component. The main physicochemical parameters of butter with flavoring components were established experimentally: mass fraction of fat 62.0%; mass fraction of moisture 32.5%; salt - 1%. Microbiological indicators comply with regulatory requirements. The addition of a flavoring component to butter contributes to the formation of its dense structure, stable storage of the fat fraction, and uniform distribution of the oil plasma. The product has improved quality indicators.

Keywords: butter, flavoring components, antioxidants, quality, organoleptic indicators

Введение

Отечественный рынок масла очень богатый. Немалый объем доли производства масла сливочного приходится на масло сладко-сливочное. Однако, на рынке масла отечественного

производства недостаточно. Импорт сливочного масла, молочных жиров и паст в Россию в январе-феврале 2020 года был на 20,3% выше значений того же периода 2019 года.

Добавление в молочные продукты компонентов немолочного происхождения является

Для цитирования

Долматова О.И., Панченкова К.А. Изучение качества масла сливочного с вкусовыми компонентами // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 215–220. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-215-220

For citation

Dolmatova O.I., Panchenkova K.A. The study of the quality of butter with flavoring components. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 215–220. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-215-220

актуальным направлением. Внесение вкусовых компонентов способствует улучшению его вкусовых характеристик, повышению качества. Масло сливочное с вкусовыми компонентами в зависимости от вида имеет массовую долю жира 52–62%, показатель влаги варьируется от 16 до 40%.

Порча молочного жира в масле может происходить под воздействием гидролитических и окислительных процессов. Причем окисление жира можно замедлить только на стадии инициирования. Такой способностью обладают антиоксиданты [1–3].

К ним можно отнести некоторые специи, травы и их экстракты [4–6].

Материалы и методы

Масло сливочное с вкусовыми компонентами получали методом преобразования высокожирных сливок. В качестве сырья молочного происхождения использовали высокожирные сливки, немолочного происхождения – вкусовой компонент, соль, стабилизатор консистенции, эмульгатор.

В работе предложено повысить качество масла сливочного с вкусовыми компонентами за счет использования рецептурных ингредиентов, содержащих природные антиоксиданты.

Сырьевые источники молочного и немолочного происхождения, масло сливочное являлись объектами исследования. Оценку качества готового продукта проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 32899.

В состав вкусового компонента входят: томатные хлопья (56,5%); соль (7,5%); оливки, базилик, лук, орегано, чеснок, сахар, шалфей (остальное).

С учетом рекомендуемых норм по ГОСТ 32899 соли в составе вкусового компонента содержится недостаточное количество, поэтому ее вносили в масло дополнительно до общего содержания в продукте 1%.

Состав наполнителя позволяет отнести экспериментальный образец масла в соответствии с классификацией по ГОСТ 32899 к Закусочному.

Результаты и обсуждение

Масло вырабатывали по традиционной схеме методом ПВЖС, особенностью является внесение в нормализованную смесь вкусовых компонентов:

- приемка и хранением молока;
- подогрев и сепарирование;
- тепловая обработка сливок;
- дезодорация;
- получение ВЖС;
- внесение вкусовых компонентов;
- нормализация ВЖС;
- термомеханическая обработка;
- фасовка и упаковка;
- хранение.

Дозировку вкусового компонента варьировали от 0,5 до 1,5%: образец № 1–0,5%, образец № 2–1,0%, образец № 3–1,5%. По результатам балльной оценки образцов установлена оптимальная доза внесения вкусового компонента 1,0% (рисунок 1).

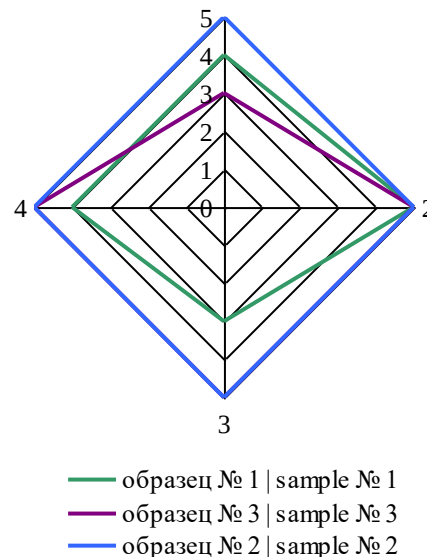


Рисунок 1. Органолептические показатели масла сливочного с вкусовыми компонентами: 1 – вкус и запах; 2 – консистенция; 3 – цвет; 4 – внешний вид
Figure 1. Organoleptic characteristics of butter with flavoring components: 1 – taste and smell; 2 – consistency; 3 – color; 4 – appearance

Анализ витаминного состава компонентов представлен на рисунках 2–7.

Установлено повышенное содержание витаминов в томатных хлопьях, % от нормы витамина для взрослого человека: А – 154; бета-каротин – 156; В₁ – 44; В₂ – 27; В₄ – 22; В₅ – 83; В₆ – 83; В₉ – 45; С – 370; Е – 43; Н – 40; К – 109; РР – 50.

Определено повышенное содержание витаминов в базилике сушеном, % от нормы витамина для взрослого человека: В₂ – 66; В₄ – 11; В₅ – 16; В₆ – 67; В₉ – 77; Е – 71; К – 1148; РР – 24.

Анализ данных рисунка 3 позволяет сказать о повышенном содержании витаминов в луке сушеном, % от нормы витамина для взрослого человека: В₄ – 10; В₅ – 27; В₆ – 80; В₉ – 41; С – 13.

Найдено повышенное содержание витаминов в орегано сушеном, % от нормы витамина для взрослого человека: А – 9; бета-каротин – 20; В₁ – 12; В₂ – 29; В₅ – 18; В₆ – 52; В₉ – 59; Е – 121; К – 518; РР – 23.

Установлено повышенное содержание витаминов в чесноке сушеном, % от нормы витамина для взрослого человека: В₁ – 44; В₄ – 13; В₅ – 15; В₆ – 83; В₉ – 11.

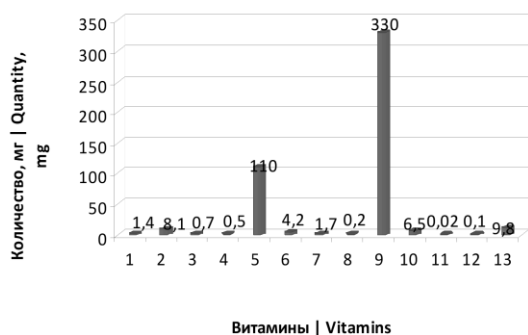


Рисунок 2. Витаминный состав томатных хлопьев, мг на 100 г. продукта : 1 – витамин А; 2 – бета-каротин; 3 – В₁; 4 – В₂; 5 – В₄, 6 – В₅, 7 – В₆, 8 – В₉, 9 – С; 10 – Е; 11 – Н, 12 – К, 13 – РР

Figure 2. Vitamin composition of tomato flakes, mg per 100 g of product: 1 – vitamin A; 2 – beta-carotene; 3 – В₁; 4 – В₂; 5 – В₄, 6 – В₅, 7 – В₆, 8 – В₉, 9 – С; 10 – Е; 11 – Н, 12 – К, 13 – РР

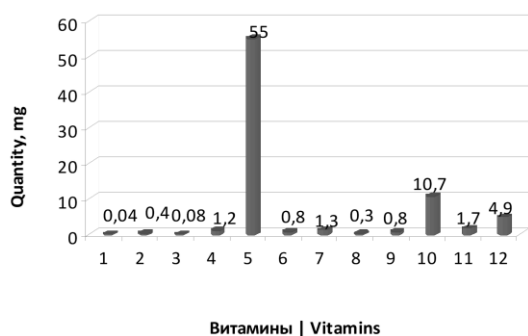


Рисунок 3. Витаминный состав базилика сушеного, мг на 100 г. продукта : 1 – витамин А; 2 – бета-каротин; 3 – В₁; 4 – В₂; 5 – В₄, 6 – В₅, 7 – В₆, 8 – В₉, 9 – С; 10 – Е; 11 – К, 12 – РР

Figure 3. Vitamin composition of dried basil, mg per 100 g of product: 1 – vitamin A; 2 – beta-carotene; 3 – В₁; 4 – В₂; 5 – В₄, 6 – В₅, 7 – В₆, 8 – В₉, 9 – С; 10 – Е; 11 – К, 12 – РР

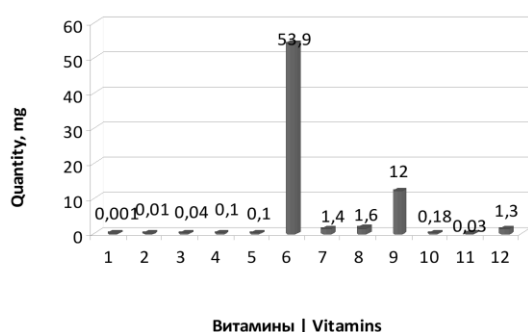


Рисунок 4. Витаминный состав лука сушеного, мг на 100 г. продукта : 1 – витамин А; 2 – бета-каротин; 3 – В₁; 4 – В₂; 5 – В₄, 6 – В₅, 7 – В₆, 8 – В₉, 9 – С; 10 – Е; 11 – К, 12 – РР

Figure 4. Vitamin composition of dried onions, mg per 100 g of product: 1 – vitamin A; 2 – beta-carotene; 3 – В₁; 4 – В₂; 5 – В₄, 6 – В₅, 7 – В₆, 8 – В₉, 9 – С; 10 – Е; 11 – К, 12 – РР

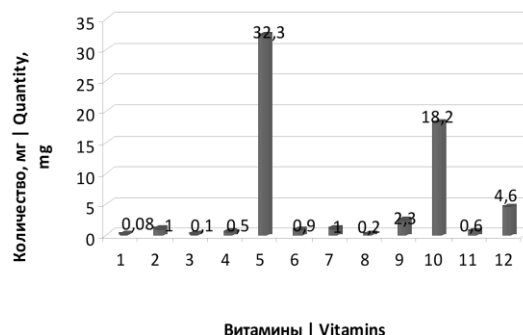


Рисунок 5. Витаминный состав орегано сушеного, мг на 100 г. продукта : 1 – витамин А; 2 – бета-каротин; 3 – В₁; 4 – В₂; 5 – В₄, 6 – В₅, 7 – В₆, 8 – В₉, 9 – С; 10 – Е; 11 – К, 12 – РР

Figure 5. Vitamin composition of dried oregano, mg per 100 g of product: 1 – vitamin A; 2 – beta-carotene; 3 – В₁; 4 – В₂; 5 – В₄, 6 – В₅, 7 – В₆, 8 – В₉, 9 – С; 10 – Е; 11 – К, 12 – РР

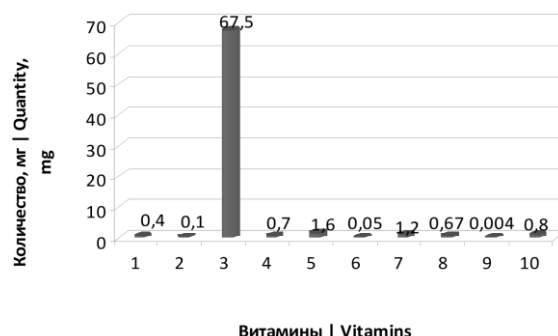


Рисунок 6. Витаминный состав чеснока сушеного, мг на 100 г. продукта : 1 – В₁; 2 – В₂; 3 – В₄, 4 – В₅, 5 – В₆, 6 – В₉, 7 – С; 8 – Е; 9 – К, 10 – РР

Figure 6. Vitamin composition of dried garlic, mg per 100 g of product: 1 – В₁; 2 – В₂; 3 – В₄, 4 – В₅, 5 – В₆, 6 – В₉, 7 – С; 8 – Е; 9 – К, 10 – РР

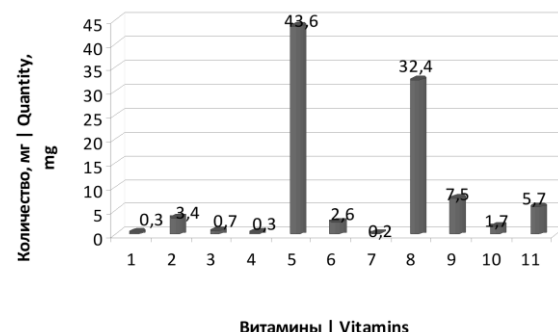


Рисунок 7. Витаминный состав шалфея сушеного, мг на 100 г. продукта : 1 – А; 2 – бета-каротин; 3 – В₁; 4 – В₂; 5 – В₄, 6 – В₆, 7 – В₉, 8 – С; 9 – Е; 10 – К, 11 – РР

Figure 7. Vitamin composition of dried sage, mg per 100 g of product: 1 – А; 2 – beta-carotene; 3 – В₁; 4 – В₂; 5 – В₄, 6 – В₆, 7 – В₉, 8 – С; 9 – Е; 10 – К, 11 – РР

Определено повышенное содержание витаминов в шалфее сушеном, % от нормы витамина для взрослого человека: А – 9; бета-каротина – 70; В₁ – 50; В₂ – 18; В₆ – 134; В₉ – 98; С – 36; Е – 50; К – 1428; РР – 28.

Хранимоспособность сливочного масла можно повысить при использовании биологически активных веществ и антиоксидантов. К последним относят витамины Е, С, бета-каротин и др. [7–9].

Повысить стойкость при хранении сливочного масла также можно при комплексном использовании витаминов: В₁, В₂, В₆, С, РР [1].

В томатных хлопьях, которые составляют более половины от всей смеси вкусового компонента, отмечено высокое содержание бета-каротина, витамина С, РР, В₁, В₂, В₆. Так же отмечено высокое содержание витамина Е в оливках, базилике, орегано; витамина С – в шалфее; витамина РР – в базилике, орегано, шалфее; витамина В₁ – в орегано, чесноке, шалфее, витамина В₂ – в базилике, орегано и шалфее, В₆ – в базилике, луке, орегано, чесноке, шалфее.

Показатель антиоксидантной активности вкусового компонента определяли амперометрическим способом на приборе «Цвет Яуза-01-АА» – 0,382 мг/г.

Образцы масла хранили при температуре $3 \pm 2^\circ\text{C}$ – 15 суток (с учетом запаса 20), – $(16 \pm 2)^\circ\text{C}$ – 60 суток (с учетом запаса 80).

Масло «Закусочное» при хранении при температуре $3 \pm 2^\circ\text{C}$ на 20-е сутки хранения считали испорченным. Установлен срок его годности при температурных режимах $3 \pm 2^\circ\text{C}$ – 15 суток.

Дальнейшие исследования образцов масла проводили при температурных режимах хранения – $(16 \pm 2)^\circ\text{C}$. Масло «Закусочное» при хранении при температуре – $(16 \pm 2)^\circ\text{C}$ на 80-е сутки хранения считали испорченным. Установлен срок его годности при температурных режимах – $(16 \pm 2)^\circ\text{C}$ – 60 суток.

Определена стойкость жира масла с вкусовыми компонентами. Хороший молочный жир не должен иметь прогорклого запаха и должен сохранить желтый цвет на протяжении 8 часов. Во время проведения опыта цвет стал более желтым, запах – сливочный, приятный, пряный. Образец выдержал испытания в течение 8 часов, порчи жира не отмечено.

Кислотность экспериментальных образцов масла изменялась до $1,5^\circ\text{K}$ при хранении с температурными режимами $(3 \pm 2)^\circ\text{C}$ и до $2,0^\circ\text{K}$ при температурных режимах – $(16 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Добавлением пищевых волокон в продукт можно улучшить его консистенцию, повысить стойкость при хранении. Вкусовой компонент

вносили в высушенном виде. Смесь содержит достаточное количество пищевых волокон, способных связывать влагу в продукте (таблица 1).

Таблица 1.

Количество пищевых волокон в рецептурных компонентах

Table 1.

The amount of dietary fiber in the prescription components

Компонент Component	Пищевые волокна, мг на 100 г. продукта Dietary fiber, mg per 100 g of product	
	Количество Quantity	% от суточной нормы % of the daily rate
Томатные хлопья Tomato flakes	6,7	33,5
Оливки вяленые Sun-dried olives	4,6	23,0
Базилик сушеный Dried Basil	37,3	188,5
Лук сушеный Dried onions	4,2	21,0
Орегано сушеный Dried oregano	42,4	212,5
Чеснок сушеный Dried garlic	9,0	45,0
Шалфей сушеный Dried sage	40,3	101,5

Значительное количество плазмы, по сравнению с традиционными видами масла, способствует сокращению продолжительности срока годности масла с вкусовыми компонентами. Так, например, масло сливочное в потребительской упаковке имеет срок годности при температуре $(3 \pm 2)^\circ\text{C}$ – 35 сут, а масло сливочное с вкусовыми компонентами – 15 сут.

Плазма масла является благоприятной средой для развития микроорганизмов. Известно, что развитие бактерий возможно в каплях плазмы масла размером более 10 мкм. Более тонко плазма диспергирована в масле, выработанном методом преобразования высокожирных сливок. Количество капель размером 9 – 10 мкм составляет 9,6% от общего объема плазмы [1, 10].

Проведены микроскопические исследования образцов масла на цифровом микроскопе Альтами БИО при увеличении в 200 раз.

Микроструктура масла сливочного с вкусовыми компонентами характеризуется как зернистая, капли плазмы равномерно распределены в образце.

Определены некоторые показатели консистенции. Установлена хорошая консистенция пробой на срез и хорошая термоустойчивость масла с вкусовыми компонентами.

Органолептические показатели масла сливочного с вкусовыми компонентами: вкус и запах сливочный, соленый, пикантный, аромат и вкус внесенного компонента; консистенция пластичная с включениями добавленного компонента, поверхность блестящая; цвет светло-кремовый с крупными включениями компонента. Экспериментальным путем установлены основные физико-химические показатели масла: массовая доля жира 62,0%; массовая доля влаги 32,5%; соли – 1%.

Весомый фактор микробиологической порчи молочных продуктов – это наличие БГКП, дрожжей и плесеней. БГКП в образцах масла сливочного с вкусовыми компонентами при разных температурах хранения в свежеработанных продуктах и при хранении – не обнаружены.

Масло «Закусочное» при хранении при температуре 3 ± 2 °C на 20-е сутки хранения считали испорченным, т. к. превышен суммарный показатель по количеству дрожжей и плесеней 260 при норме 200. Таким образом, подтвержден срок годности 15 суток.

При хранении при температуре $-(16 \pm 2)$ °C на 80-е сутки хранения считали испорченным, т. к. превышен суммарный показатель по количеству дрожжей и плесеней 220 при норме 200. Подтвержден срок годности 60 суток.

Установлено соответствие санитарным нормам масел сливочных по показателю КМА-ФАнМ (не более 1×10^5).

На основе данных анализа экспериментальных исследований установлен срок годности масла сливочного с вкусовыми компонентами при температурных режимах – (16 ± 2) °C – 60 суток, (3 ± 2) °C – 15 суток, что соответствует требованиям ГОСТ 32899. Отмечены высокие показатели качества образцов.

Заключение

Добавление вкусового компонента в составе: томатные хлопья, соль, оливки, базилик, лук, орегано, чеснок, сахар, шалфей в сливочное масло способствует формированию его плотной структуры, стойкому хранению жировой фракции, равномерному распределению плазмы масла. Продукт имеет улучшенные показатели качества.

Литература

- 1 Вышемирский Ф.А. Производство масла из коровьего молока в России. СПб.: ГИОРД, 2010. 288 с.
- 2 Дунаев А.В., Иванова Н.В., Смирнова О.И. Дигидрокверцетин – натуральная пищевая добавка в продуктах сыроделия и маслоделия // Переработка молока. 2020. № 5 (247). С. 30–33.
- 3 Радаева И.А., Илларионова Е.Е., Туровская С.Н. Предотвращение окислительной порчи липидов молока в присутствии дигидрокверцетина // Переработка молока. 2018. № 6 (224). С. 20–23.
- 4 Долматова О.И., Пожидаева Е.А., Гребенкина А.Г. Использование экстракта дикорастущих трав при производстве кисломолочного напитка // Пищевая промышленность. 2017. № 12. С. 26–28.
- 5 Гусев Н.А., Байдалинова Л.С. Использование сухих измельченных ягодных компонентов для обогащения масла сливочного // Известия КГТУ. 2018. № 49. С. 104–114.
- 6 Rodionova N.S., Popov E.S., Pozhidaeva E.A., Ryaskina L.O. et al. Mathematical modeling of heat treatment processes conserving biological activity of plant bioresources // Journal of Physics; Conference Series. 2018. V. 1015. P. 032107.
- 7 Гуца Ю.М., Топникова Е.В., Иванова Н.В. Увеличение сроков годности сливочного масла // Молочная промышленность. 2018. С. 28–32.
- 8 Shi J. Functional Food Ingredients and Nutraceuticals: Processing Technologies. CRC Press, 2015. P. 639–660.
- 9 Polyanskikh S.V., Ilyina N.M., Grebenshchikov A.V., Danyliv M.M. et al. Products of animal origin with vegetable components // Indian Journal of Science and Technology. 2016. V. 9. № 39. P. 103431.
- 10 Куприна А.О., Мамаев А.В., Симоненкова А.П., Яркина М.В. Изменения элементов микроструктуры масла сливочного с антиоксидантным комплексом в процессе хранения // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 1 (36). С. 41–47.
- 11 Bhoosem C., Bunyasawat J. Nutritional, physical and sensory quality of butter cake substituted with durian rind powder for wheat flour replacement. 2020.
- 12 Mortensen M. Influence of acidity on flavor and keeping quality of butter // Bulletin. 2017. V. 17. №. 207. P. 1.
- 13 Gemechu A.T., Tola Y.B. Traditional butter and ghee production, processing and handling in Ethiopia: A review // African Journal of Food Science. 2017. V. 11. №. 4. P. 95–105.
- 14 Ahmed S.S.J., Abdalla M.O.M., Rahamtalla S.A. Microbiological Quality of Cows' Milk Butter Processed in Khartoum State, Sudan // Microbiology Research Journal International. 2016. P. 1–10.
- 15 O'Callaghan T. F. et al. Quality characteristics, chemical composition, and sensory properties of butter from cows on pasture versus indoor feeding systems // Journal of Dairy Science. 2016. V. 99. №. 12. P. 9441–9460.

References

- 1 Vyshemirsky F.A. Production of butter from cow's milk in Russia. SPb, GIORД, 2010. 288 p. (in Russian).
- 2 Dunaev A.V., Ivanova N.V., Smirnova O.I. Dihydroquercetin - a natural food additive in cheese and butter products. Processing of milk. 2020. no. 5 (247). pp. 30–33. (in Russian).
- 3 Radaeva I.A., Illarionova E.E., Turovskaya S.N. Prevention of oxidative spoilage of milk lipids in the presence of dihydroquercetin. Processing of milk. 2018. no. 6 (224). pp. 20–23. (in Russian).
- 4 Dolmatova O.I., Pozhidaeva E.A., Grebenkina A.G. The use of wild herb extract in the production of fermented milk drink. Food industry. 2017. no. 12. pp. 26–28. (in Russian).

- 5 Gusev N.A., Baidalinova L.S. The use of dry crushed berry components for enrichment of butter. *Izvestiya KSTU*. 2018. no. 49. pp. 104–114. (in Russian).
- 6 Rodionova N.S., Popov E.S., Pozhidaeva E.A., Ryaskina L.O. et al. Mathematical modeling of heat treatment processes conserving biological activity of plant bioresources. *Journal of Physics; Conference Series*. 2018. vol. 1015. pp. 032107.
- 7 Gushcha Yu.M., Topnikova E.V., Ivanova N.V. Increasing the shelf life of butter. *Dairy industry*. 2018. pp. 28–32. (in Russian).
- 8 Shi J. *Functional Food Ingredients and Nutraceuticals: Processing Technologies*. CRC Press, 2015. pp. 639 -660.
- 9 Polyanskikh S.V., Ilyina N.M., Grebenshchikov A.V., Danyliv M.M. et al. Products of animal origin with vegetable components. *Indian Journal of Science and Technology*. 2016. vol. 9. no. 39. pp. 103431.
- 10 Kuprina A.O., Mamaev A.V., Simonenkova A.P., Yarkina M.V. Changes in the microstructure elements of butter with an antioxidant complex during storage. *Technique and technology of food production*. 2015. no. 1 (36). pp. 41-47. (in Russian).
- 11 Bhoosem C., Bunyasawat J. Nutritional, physical and sensory quality of butter cake substituted with durian rind powder for wheat flour replacement. 2020.
- 12 Mortensen M. Influence of acidity on flavor and keeping quality of butter. *Bulletin*. 2017. vol. 17. no. 207. pp. 1.
- 13 Gemechu A.T., Tola Y.B. Traditional butter and ghee production, processing and handling in Ethiopia: A review. *African Journal of Food Science*. 2017. vol. 11. no. 4. pp. 95-105.
- 14 Ahmed S.S.J., Abdalla M.O.M., Rahamtalla S.A. Microbiological Quality of Cows' Milk Butter Processed in Khartoum State, Sudan. *Microbiology Research Journal International*. 2016. pp. 1-10.
- 15 O'Callaghan T. F. et al. Quality characteristics, chemical composition, and sensory properties of butter from cows on pasture versus indoor feeding systems. *Journal of Dairy Science*. 2016. vol. 99. no. 12. pp. 9441-9460.

Сведения об авторах

Ольга И. Долматова к.т.н., доцент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Olgadolmatova@rambler.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-427-9587>

Ксения А. Панченкова студент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, meatech@yandex.ru

Information about authors

Olga I. Dolmatova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, animal origin products technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Olgadolmatova@rambler.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-427-9587>

Ksenia A. Panchenkova student, animal origin products technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, meatech@yandex.ru

Вклад авторов

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

Contribution

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 01/08/2020	После редакции 10/08/2020	Принята в печать 18/08/2020
Received 01/08/2020	Accepted in revised 10/08/2020	Accepted 18/08/2020

Исследование свойств резино-металлокордных композитов в присутствии новых промоторов адгезии

Ольга В. Карманова	¹	karolga@mail.ru	 0000-0002-2360-5892
Сергей Г. Тихомиров	¹	tikhomirov_57@mail.ru	 0000-0002-8192-0049
Елена В. Линцова	¹	alena.lintzova@ya.ru	 0000-0003-4335-5955
Любовь В. Попова	¹	luba030883@ya.ru	 0000-0002-9648-7620

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

Аннотация. Проведены исследования опытных кобальтсодержащих промоторов адгезии, полученных на основе смеси жирных кислот производства светлых растительных масел. Исследованы свойства резиновых смесей, вулканизатов, резино-металлокордных композитов, полученных с использованием опытных промоторов адгезии КК с содержанием кобальта от 7,5 до 16,5 %. Изучены пласто-эластические свойства, вулканизационные свойства бреккерных резиновых смесей на основе изопренового каучука, физико-механические свойства бреккерных резин и прочность связи в системе «резина-латунированный металлокорд». В ходе испытаний бреккерных резиновых смесей, полученных с использованием опытных промоторов адгезии и импортного аналога Манобонд 680С выявлено: пластичность опытных бреккерных резиновых смесей находилась в пределах 0,2-0,4, что указывает на удовлетворительные технологические свойства; вязкость по Муни опытных образцов ниже, чем серийного образца. Отмечено, что применение в рецептуре бреккерных резин опытных промоторов адгезии вместо Манобонд 680С способствует повышению стойкости к скорчингу. Анализ упруго-прочностных свойств бреккерных резин показал, что по условной прочности при растяжении опытные образцы уступают серийному, но резины, содержащие промоторы КК-12, КК-13,5, КК-15 соответствуют нормам контроля. Относительное удлинение при разрыве у опытных резин выше, чем у серийного образца, что свидетельствует о формировании более равномерной вулканизационной сетки в присутствии опытных продуктов. При испытании резино-металлокордных композитов отмечено, что при нормальных условиях опытные промоторы адгезии имеют преимущества по сравнению с Манобондом 680С. Однако, при повышенных температурах, в условиях солевого и паровоздушного старения незначительно уступают Манобонду 680С. Установлено, что опытные промоторы адгезии обеспечивают требуемый комплекс технических свойств бреккерных резин при содержании в них Co^{2+} 12–16,5% мас. Таким образом, можно рекомендовать промоторы адгезии КК-12, КК-13,5, КК-15 к практическому использованию в составе бреккерных резиновых смесей, что позволит заменить продукт зарубежного производства и снизить стоимость продукции.

Ключевые слова: обрешеченный металлокорд, прочность связи, промоторы, карбоксилат кобальта, композиты

Research of the properties of rubber-cord composites in the presence of new adhesion promoters

Olga V. Karmanova	¹	karolga@mail.ru	 0000-0002-2360-5892
Sergey G. Tikhomirov	¹	tikhomirov_57@mail.ru	 0000-0002-8192-0049
Elena V. Lintsova	¹	alena.lintzova@ya.ru	 0000-0003-4335-5955
Lubov V. Popova	¹	luba030883@ya.ru	 0000-0002-9648-7620

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

Abstract. Studies of experimental adhesion modifiers based on a mixture of fatty acids from the production of light vegetable oils. The properties of rubber compounds and their vulcanizates obtained using experimental adhesion promoters KK with cobalt content from 7.5 to 16.5% are investigated. The plastic-elastic and vulcanization properties of the properties of breaker rubber compounds based on polyisoprene, the physical and mechanical properties of breaker rubbers and the bond strength in the “rubber-brass-plated steel cord system” were studied. When testing belt rubbers containing experienced adhesion promoters or an imported analog of Manobond 680C, the following features were revealed. The plasticity of the prototypes was in the range of 0.2-0.4. This indicates satisfactory processing properties. The Mooney viscosity of the prototypes was lower than that of the production sample. The use of experienced adhesion promoters instead of the analogue (Manobond 680C) increases the resistance to scorching. On the basis of the analysis of elastic-strength properties, it was found that in terms of the conditional tensile strength, the prototypes were inferior to the serial ones. However, rubbers containing the KK-12, KK-13.5, KK-15 promoters met the control standards. The tensile elongation at break of the experimental rubbers is higher than that of the serial sample. This may indicate the formation of a more uniform cure network in the presence of the test products. When testing rubber-metal-hard composites, it was noted that, under normal conditions, the experienced adhesion promoters have advantages over Manobond 680C. However, at elevated temperatures, under conditions of salt and steam-air aging, they are slightly inferior to Manobond 680C. It has been established that the experimental adhesion promoters provide the required set of technical properties of belt rubbers with a CO_2 + content of 12–16.5% wt. Thus, it is possible to recommend the adhesion promoters KK 12, KK-13.5, KK 15 for practical use in the composition of belt rubber compounds. This will allow replacing a foreign-made product and reducing the cost of production.

Keywords: rubber-coated steel cord, bond strength, promoters, cobalt carboxylate, composites

Для цитирования

Карманова О.В., Тихомиров С.Г., Линцова Е.В., Попова Л.В. Исследование свойств резино-металлокордных композитов в присутствии новых промоторов адгезии // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 221–226. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-221-226

For citation

Karmanova O.V., Tikhomirov S.G., Lintsova E.V., Popova L.V. Research of the properties of rubber-cord composites in the presence of new adhesion promoters. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 221–226. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-221-226

Введение

Развитие современной техники требует создания материалов с улучшенным комплексом свойств. При производстве конкурентоспособных автомобильных шин, отвечающих высоким эксплуатационным требованиям, необходимо обеспечить высокую прочность связи между резиной и армирующим материалом [1–2]. Повышение адгезионной связи в системе «эластомер-металл» достигается с помощью специальных добавок – промоторов адгезии. В шинной технологии при обрешивании латунированного металлокорда используют композицию на основе полиизопрена с добавлением кобальтсодержащих промоторов адгезии, которые способствуют повышению стойкости резино-металлокордной системы к воздействию агрессивных сред [3–6]. В процессе вулканизации в резинокордном композите на границе «резиновая смесь-латунированный металлокорд» образуются связи, обеспечивающие прочное адгезионное соединение. Промоторы адгезии способствуют увеличению количества межфазных связей. В настоящее время, применяются дорогостоящие промоторы адгезии, неадаптированные под действия агрессивных сред в зоне контакта с содержанием кобальта 19–23% [7–11]. В этой связи разработка новых промоторов с пониженным содержанием кобальта, обеспечивающих высокие эксплуатационные характеристики композитов, стойкие в условиях влажного и теплового старения и экономически рентабельных, является актуальной задачей.

Цель работы – разработка промоторов адгезии бреккерных резин к латунированному металлокорду на основе отечественного сырья и изучение свойств резино-металлокордных композитов на их основе.

Материалы и методы

Новые кобальтсодержащие промоторы адгезии получены на основе смеси жирных кислот (сопутствующий продукт рафинации подсолнечного масла стадии нейтрализации свободных жирных кислот) [12–13]. Смесь жирных кислот включала, % мас.: стеариновую – 42,43; олеиновую – 15,72; линолеовую – 3,6; линоленовую – 10,63 и в малых количествах другие кислоты жирного ряда. Получены промоторы с содержанием кобальта от 7,5 до 16,5%. В шифрах опытных образцов цифра указывала на содержание кобальта в %: КК-7,5; КК-9; КК-10,5; КК-12; КК-13,5; КК-15; КК-16,5.

Для исследования свойств резиновых смесей, вулканизаторов и резино-металлокордных композитов в присутствии опытных промоторов адгезии изготавливали бреккерные резиновые смеси на основе

изопренового каучука СКИ-3, в рецептуру которых вводили продукт серии КК в количестве 1,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучука. Образцом сравнения выступала бреккерная резиновая смесь, содержащая известный импортный промотор адгезии Манобонд 680С с содержанием кобальта 22,5% мас. – на основе солей кобальта, стеариновой, нафтенной, 2-этилгексановой и других кислот, содержащий 1,8% мас. борсодержащего соединения.

Резиновые смеси изготавливали на вальцах ЛБ 320–160/160 с температурой поверхности валков $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$. Для физико-механических испытаний резиновые смеси вулканизовали в прессе при температуре 155°C в течение 15 мин.

Пластичность и эластическое восстановление резиновых смесей определяли в соответствии с ГОСТ 415–75 на сжимающем пластометре Вильямса, вязкость по Муни и склонность к скорчингу резиновых смесей определяли согласно ГОСТ Р 54552–2011 на ротационном вискозиметре Муни MV2000; вулканизационные характеристики – по ГОСТ 12535–84 на безроторном вулканометре MDR-2000; упруго-прочностные свойства – по ГОСТ Р 54553 на разрывной машине РМИ-60; прочность связи резины с латунированным металлокордом – по ГОСТ ISO 5603–2013.

Результаты и обсуждение

В ходе изготовления резиновых смесей не наблюдалось технологических затруднений, диспергирование компонентов в матрице каучука происходило достаточно быстро и равномерно. Резиновая смесь имела гладкую глянцевую поверхность, ровные кромки. Возможно, присутствие смеси жирных кислот в опытных промоторах адгезии обуславливает их действие по отношению к ингредиентам резиновой смеси как диспергатора компонентов.

Для обеспечения удовлетворительного сочетания когезионных и реологических свойств бреккерных резиновых смесей предпочтительно использование каучука с исходной пластичностью 0,3–0,4. В таблице 1 приведены результаты исследования пласто-эластических свойств резиновых смесей. Пластичность всех исследуемых образцов лежит в пределах 0,30–0,40, смеси относятся к группе средней пластичности. Наблюдается снижение пластичности при увеличении содержания промоторов КК. Следует отметить, что промоторы, содержащие свыше 15% Co^{2+} обуславливают снижение эластического восстановления, но тем не менее, превосходят серийно применяемый продукт.

Результаты исследования вязкости и склонности к преждевременной подвулканизации резиновых смесей с опытными промоторами адгезии приведены в таблице 1.

Значение τ_5 при температуре испытания 120 °С должно составлять от 7 до 20 мин для мягких резиновых смесей, от 20 до 35 мин – для большинства резиновых смесей, от 35 до 80 мин – для высоконаполненных жестких

резиновых смесей. Установлено, что стойкость к скорчингу всех исследуемых смесей, оцененная по скорости подвулканизации, удовлетворительная.

Таблица 1.
Пласто-эластические свойства резиновых смесей на основе каучука СКИ-3

Table 1.

Plasto-elastic properties of rubber compounds based on SKI 3 rubber

Показатель Indicator	Шифры образцов Samples Codes								
	Без промотора No promoter	Манобонд 680С Manobond 680C	КК-7,5 CC-7,5	КК-9 CC-9	КК-10,5 CC-10,5	КК-12 CC-12	КК-13,5 CC-13,5	КК-15 CC-15	КК-16,5 CC-16,5
Пластичность Plastic	0,30	0,33	0,40	0,39	0,37	0,37	0,37	0,35	0,36
Эластическое восстановление, % Elastic recovery, %	0,88	0,86	1,02	0,98	0,98	0,96	0,98	0,96	1,04
Вязкость по Муни, 100 °С, усл. ед. Mooney viscosity, 100° C, units	65	67	43	44	43	45	44	44	42
Время начала подвулканизации τ_5 , 120 °С, мин Start time of bleeding τ_5 , 120° C, min	8,2	8,0	9,0	8,7	8,5	8,5	8,2	8,2	8,3
Скорость подвулканизации ($\tau_5-\tau_{35}$), 120 °С мин Vulcanization rate ($\tau_5-\tau_{35}$), 120° C min	15,8	16,0	8,0	7,8	8,2	8,3	8,3	8,3	7,7

Проведены исследования вулканизационных характеристик резиновых смесей. Минимальный крутящий момент M_L характеризует минимальную вязкость резиновой смеси; максимальный крутящий момент M_H , характеризует жесткость вулканизата; время начала вулканизации τ_s , то есть момент времени, соответствующий увеличению M_L на 0,1 или на 0,2 Н×м (при амплитудах колебания ротора 3 или 5°, соответственно) характеризует индукционный период вулканизации; время достижения заданной степени вулканизации $\tau_s(x)$ – это момент времени соответствующий

$$M = M_L + x(M_H - M_L).$$

При $x = 0,5$

$M_{50} = M_L + 0,5(M_H - M_L)$. Оптимальное время вулканизации $\tau_s(90)$ – момент времени, соответствующий

$$M_{90} = M_L + 0,9(M_H - M_L).$$

Скорость вулканизации v_c (% / мин) рассчитывали по формуле

$$v_c = 100 / \tau_s(90) - \tau_s.$$

Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2.
Вулканизационные характеристики резиновых смесей на основе каучука СКИ-3

Table 2.

Vulcanization characteristics of rubber compounds based on rubber SKI-3

Показатель Indicator	Шифры образцов Samples codes							
	Манобонд 680С Manobond 680C	КК-7,5 CC-7,5	КК-9 CC-9	КК-10,5 CC-10,5	КК-12 CC-12	КК-13,5 CC-13,5	КК-15 CC-15	КК-16,5 CC-16,5
M_{min} , дН×м (dH×m)	6,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5
M_{max} , дН×м (dH×m)	56,5	48,0	47,5	47,0	47,0	47,5	47,5	48,0
τ_s , мин (min)	2,62	1,52	1,54	1,54	1,52	1,58	1,63	1,63
τ_{25} , мин (min)	4,20	2,37	2,12	2,25	2,25	2,25	2,30	2,25
τ_{50} , мин (min)	5,60	3,12	3,1	2,95	2,96	2,98	3,10	2,95
τ_{90} , мин (min)	8,30	7,10	6,75	7,00	7,00	7,5	7,15	7,25
v_c , мин ⁻¹ (min ⁻¹)	17,6	17,92	19,19	18,31	18,24	16,89	17,95	17,79

Полученные результаты по влиянию опытных продуктов на вулканизационные свойства композиций на их основе свидетельствуют о синергическом действии карбоксилатов кобальта, содержащихся в промоторах адгезии

КК: проявляются тенденции к сокращению времени начала вулканизации (t_s), оптимального времени вулканизации (t_{90}) и увеличению скорости вулканизации.

В технологии эластомеров введением модификаторов удается улучшить упруго-прочностные свойства вулканизатов. Основная функция промоторов КК направлена на повышение прочностных и адгезионных свойств. Однако, присутствие Co^{2+} может оказывать негативное влияние на физико-механические показатели, поэтому они были исследованы на следующем этапе. Результаты испытаний приведены в таблице 3.

Анализ упруго-прочностных свойств бреккерных резин (таблица 3) показал, что условное напряжение при удлинении на 300% (M_{300}) при использовании промотора КК-9 снижается на 0,7 МПа по сравнению с серийным образцом и идентично таковому при использовании промотора КК-15. По условной прочности при

растяжении (f_p) опытные образцы уступают серийному, резины, содержащие промоторы КК-12, КК-13,5, КК-15 соответствуют нормам контроля. Относительное удлинение при разрыве (ϵ) у опытных резин выше, чем у серийного образца. Это свидетельствует о формировании более равномерной вулканизационной сетки в присутствии опытных продуктов. Относительное остаточное удлинение у всех исследуемых образцов находится на одном уровне и не превышает порогового значения для бреккерных резин 20%.

Для определения прочности связи резины с латунированным металлокордом марки 9Л20/35 измеряли усилие, при котором выдергивали одиночный металлокорд из подготовленного образца резины. Результаты испытаний представлены в таблице 4.

Таблица 3.

Физико-механические показатели вулканизатов на основе каучука СКИ-3

Table 3.

Physico-mechanical properties of rubber-based vulcanizates SKI-3

Показатель Indicator	Шифры образцов Samples Codes								
	Норма Norm	Манобонд 680С Manobond 680C	КК-7,5 CC-7,5	КК-9 CC-9	КК-10,5 CC-10,5	КК-12 CC-12	КК-13,5 CC-13,5	КК-15 CC-15	КК-16,5 CC-16,5
M_{300} МПа (MPa)	17,2±1,2	16,5	14,8	15,2	16,3	15,9	15,8	15,4	15,1
f_p , МПа (MPa)	≥19,6	22,3	16,9	17,2	18,2	19,8	19,4	19,6	17,9
ϵ , %	≥450	415	420	430	420	410	450	450	440
Θ , %	≤20	16	18	16	18	20	18	18	16

Таблица 4.

Прочность связи бреккерной резины на основе СКИ-3 с латунированным металлокордом 9Л20/35

Table 4.

Bond strength of model rubber based on SKI-3 with brass-plated steel cord 9Л20/35

Показатель Indicator	Шифры образцов Samples Codes								
	Манобонд 680С Manobond 680C	КК-7,5 CC-7,5	КК-9 CC-9	КК-10,5 CC-10,5	КК-12 CC-12	КК-13,5 CC-13,5	КК-15 CC-15	КК-16,5 CC-16,5	
Прочность связи резины с металлокордом, Н Bond strength of rubber with steel cord, N	Нормальные условия Normal conditions								
	379	318	324	332	328	324	324	332	
	После теплового старения, 100°C, 72 ч After heat aging, 100°C, 72 h								
	170	198	196	210	212	218	202	204	
	После паровоздушного старения, 90°C, 96 ч After steam aging, 90°C, 96 h								
	202	224	228	228	246	232	232	228	

Из данных таблицы видно, что опытные промоторы адгезии обеспечивают удовлетворительный уровень адгезионных свойств в системе «резина-латунированный металлокорд» в нормальных условиях и имеют преимущества по сравнению с Манобондом 680С, но незначительно уступают ему при повышенных температурах и в условиях паровоздушного старения.

Закключение

Кобальтосодержащие промоторы адгезии, полученные на основе смеси жирных кислот – сопутствующего продукта рафинации подсолнечного масла обеспечивают требуемый

комплекс технических свойств бреккерных резиновых смесей и вулканизатов при содержании Co^{2+} 12–16,5% мас.

Исследования пласто-эластических свойств показали, что показатель пластичности исследуемых бреккерных резиновых смесей находится в области, характеризующей их удовлетворительные технологические свойства ($P = 0,2–0,4$); вязкость по Муни опытных продуктов ниже, чем у серийного образца. Стойкость к скорчингу резиновых смесей несколько ниже при использовании Манобонда 680С. Скорость подвулканизации резиновых смесей в присутствии опытных промоторов адгезии меньше

по сравнению с серийным, что обеспечивает некоторые преимущества опытных резиновых смесей при предотвращении их преждевременного сшивания.

При изучении способности промоторов адгезии обеспечивать высокий уровень адгезионных свойств в системе «резина-латунированный металлокорд» установлено, что в нормальных условиях опытные промоторы адгезии имеют преимущества по сравнению с Манобондом 680С. Однако, при повышенных температурах,

в условиях солевого и паровоздушного старения незначительно уступают Манобонду 680С. В целом опытные промоторы адгезии обеспечивают высокий уровень адгезионных свойства бреккерных резин, соответствующих нормам контроля. Таким образом, можно рекомендовать промоторы адгезии КК-12, КК-13,5, КК-15 к практическому использованию в составе бреккерных резиновых смесей, что позволит заменить продукт зарубежного производства и снизить стоимость продукции.

Литература

- 1 Каблов В. Ф., Лапин С. В., Пучков А. Ф., Шмурак И. Л. Некоторые промоторы адгезии металлокорда к резине // Каучук и резина. 2014. № 5. С. 42–43.
- 2 Шмурак И.Л. Адгезионное соединение металлокорд/резина. Формирование и разрушение // Каучук и резина. 2013. № 2. С. 56–60.
- 3 Бобров А.П., Дробот Д.В., Лякин Ю.И., Потапов Е.Э. и др. Кобальт – наномодифицированный шунгит как промотор адгезии резин к металлокорду // Каучук и резина. 2016. № 3. С.24–28.
- 4 Buytaert G., Luo Y. Study of Cu–Zn–Co ternary alloy-coated steel cord in cobalt-free skim compound // Journal of Adhesion Science and Technology. 2014. V. 28 (6).
- 5 Касперович А.В., Кротова О.А., Потапов Е.Э., Резниченко С.В. и др. Влияние модифицированного кремнезема на адгезию резины к металлокорду // Вестник Технологического университета. 2014. Т. 17 (14). С. 235-237.
- 6 Бородин И.А., Кокорева М.А., Кострыкина Г.И., Судзиловская Т.Н. Модификаторы адгезии к латунированному металлокорду с пониженным содержанием кобальта // Изв. вузов. Химия и химическая технология. 2011. Т. 54. № 10. С. 138–140.
- 7 Веснин Р.Л., Фомин С.В., Хлебов Г.А., Шилов И.Б. Применение кобальтовой соли имиды 2-сульфобензойной кислоты для повышения прочности крепления резины к латунированному металлокорду // Химическая промышленность сегодня. 2011. № 6. С. 47–49.
- 8 Shi X., Ma M., Lian C., Zhu D. Investigation of the effects of adhesion promoters on the adhesion properties of rubber/steel cord by a new testing technique // Journal of Applied Polymer Science. 2014. V. 131. № 3. P. 39460.
- 9 Jeon G.S. On characterizing microscopically the adhesion interphase for the adhesion between metal and rubber compound part III. Effect of brass-plating amount for brass-plated steel cord // Journal of Adhesion Science and Technology, 2017. V. 31. № 24. P. 2667–2681.
- 10 Behroozinia P., Taheri S., Mirzaeifar R. An investigation of intelligent tires using multiscale modeling of cord-rubber composites // Mechanics Based Design of Structures and Machines, 2018. V. 46. № 2. P. 168-183.
- 11 Yin H., Pang J.-G., Shi X.-Y., Song Y.-Z. et al. Study on adhesion mechanism of resorcinol formaldehyde cobalt salt adhesive system in tire skeleton materials // Acta Polymerica Sinica. 2020. V. 51. № 4. P. 411–420.
- 12 Попова Л.В., Карманова О.В., Репин П.С., Тарасевич Т.В. Нетрадиционные методы утилизации побочных продуктов масложировой промышленности // Экология производства. 2012. № 12. С. 42.
- 13 Пат. № 2415886, RU, C08K 5/09, C08L 21/00, C07C 51/41. Соли металлов жирных кислот и способ их получения / Карманова О.В., Кудрина Г.В., Осошник И.А., Енютина М.В. и др. № 2008142776/05; Заявл. 28.10.2008; Опубл. 10.04.2011, Бюл. №10.
- 14 Tao Y., Windslow R., Stevens C.A., Bilotti E. et al. Development of a novel fatigue test method for cord-rubber composites // Polymer Testing. 2018. V. 71. P. 238-247.
- 15 Lecercle A., Vignal V., Dufour F. Corrosion behaviour of rubber-metal composites in sodium chloride solution and role of inhibitors added in the rubber or in the solution // Electrochimica Acta. 2019. V. 305. P. 484-492.

References

- 1 Kablov V.F., Lapin S.V., Puchkov A.F., Shmurak I.L. Some promoters of adhesion of steel cord to rubber. Rubber and rubber. 2014. no. 5. pp. 42–43. (in Russian).
- 2 Shmurak I.L. Adhesion joint metal cord / rubber. Formation and destruction. Rubber and rubber. 2013. no. 2. pp. 56-60. (in Russian).
- 3 Bobrov A.P., Drobot D.V., Lyakin Yu.I., Potapov E.E. et al. Cobalt - nanomodified shungite as a promoter of rubber adhesion to steel cord. Rubber and rubber. 2016. no. 3. pp. 24–28. (in Russian).
- 4 Buytaert G., Luo Y. Study of Cu–Zn–Co ternary alloy-coated steel cord in cobalt-free skim compound. Journal of Adhesion Science and Technology. 2014. vol. 28 (6).
- 5 Kasperovich A.V., Krotova O.A., Potapov E.E., Reznichenko S.V. et al. The effect of modified silica on the adhesion of rubber to steel cord. Bulletin of the Technological University. 2014. vol. 17 (14). pp. 235–237. (in Russian).
- 6 Borodin I.A., Kokoreva M.A., Kostrykina G.I., Sudzilovskaya T.N. Adhesion modifiers to brass-plated steel cord with low cobalt content. Izv. universities. Chemistry and chemical technology. 2011. vol. 54. no. 10. pp. 138–140. (in Russian).
- 7 Vesnin R.L., Fomin S.V., Khlebov G.A., Shilov I.B. The use of cobalt salt of 2-sulfobenzoic acid imide to increase the strength of rubber attachment to brass-plated steel cord. Chemical Industry Today. 2011. no. 6. pp. 47–9. (in Russian).

- 8 Shi X., Ma M., Lian C., Zhu D. Investigation of the effects of adhesion promoters on the adhesion properties of rubber / steel cord by a new testing technique. *Journal of Applied Polymer Science*. 2014. vol. 131. no. 3. pp. 39460.
- 9 Jeon G.S. On characterizing microscopically the adhesion interphase for the adhesion between metal and rubber compound part III. Effect of brass-plating amount for brass-plated steel cord. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 2017. vol. 31. no. 24. pp. 2667–2681.
- 10 Behroozinia P., Taheri S., Mirzaeifar R. An investigation of intelligent tires using multiscale modeling of cord-rubber composites. *Mechanics Based Design of Structures and Machines*. 2018. vol. 46. no. 2. pp. 168–183.
- 11 Yin H., Pang J.-G., Shi X.-Y., Song Y.-Z. et al. Study on adhesion mechanism of resorcinol formaldehyde cobalt salt adhesive system in tire skeleton materials. *Acta Polymerica Sinica*, 2020. vol. 51. no. 4. pp. 411–420.
- 12 Popova L.V., Karmanova O.V., Repin P.S., Tarasevich T.V. Unconventional methods of utilization of by-products of the oil and fat industry. *Ecology of production*. 2012. no. 12. pp. 42. (in Russian).
- 13 Karmanova O.V., Kudrina G.V., Ososhnik I.A., Enyutina M.V. et al. Salts of metals of fatty acids and method of their production. Patent RF, no. 2415886, 2011.
- 14 Tao Y., Windslow R., Stevens C.A., Bilotti E. et al. Development of a novel fatigue test method for cord-rubber composites. *Polymer Testing*. 2018. vol. 71. pp. 238–247.
- 15 Lecercle A., Vignal V., Dufour F. Corrosion behaviour of rubber-metal composites in sodium chloride solution and role of inhibitors added in the rubber or in the solution. *Electrochimica Acta*. 2019. vol. 305. pp. 484–492.

Сведения об авторах

Ольга В. Карманова д.т.н., зав. кафедрой, кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, karolga@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2360-5892>

Сергей Г. Тихомиров д.т.н., профессор, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tikhomirov_57@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8192-0049>

Елена В. Линцова магистрант, кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alena.lintzova@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4335-5955>

Любовь В. Попова к.т.н., доцент, кафедра промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, luba030883@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9648-7620>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Olga V. Karmanova Dr. Sci. (Engin.), head of department, technology of organic compounds, processings of polymers and technosphere safety department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, karolga@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2360-5892>

Sergey G. Tikhomirov Dr. Sci. (Engin.), professor, information and control systems department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tikhomirov_57@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8192-0049>

Elena V. Lintzova graduate student, technology of organic compounds, processings of polymers and technosphere safety department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, alena.lintzova@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4335-5955>

Lubov V. Popova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, industrial ecology, equipment of chemical and petrochemical productions department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Voronezh state university of engineering technologies, Russia, luba030883@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9648-7620>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 23/07/2020	После редакции 01/08/2020	Принята в печать 11/08/2020
Received 23/07/2020	Accepted in revised 01/08/2020	Accepted 11/08/2020

Оценка деструкции модифицированных полиолефинов в различных внешних условиях

Любовь Н. Студеникина	¹	lovov-churkina@yandex.ru	 0000-0001-6613-4974
Татьяна Е. Кудина	¹	kudina1999@mail.ru	 0000-0003-0946-8083
Василий О. Иушин	¹	platonovvs1998@mail.ru	 0000-0003-3561-0346
Александр А. Мельников	¹	melnikov.shura@inbox.ru	 0000-0003-3763-7120

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

Аннотация. Гибридные композиты на основе синтетических термопластов (СТП) являются перспективой замены традиционных пластиков в различных отраслях народного хозяйства: растениеводстве (композитные гидропонные субстраты, контейнеры и пр.), водоочистке (композитные загрузки биофильтров), упаковочной индустрии и др. Цель работы - оценка деструкции композитов на основе СТП, модифицированных прооксидантами (ПР) и полисахаридами (ПС), в различных внешних условиях, имитирующих факторы окружающей среды (термическое, фотохимическое (уф-облучение), химическое, биохимическое воздействие). В качестве объектов исследования применялись опытные образцы на основе сополимера этилена с винилацетатом и полиэтилена высокого давления, модифицированные микроцеллюлозой и стеаратом кобальта. Время воздействия внешних факторов - 3 месяца. Также в работе проводилась оценка степени влияния технологии компаудирования (одностадийное, двухстадийное) трехкомпонентной системы «СТП: ПР: ПС» на степень деструкции композита. Установлено, что эффективная деструкция модифицированных прооксидантами полиолефинов наблюдается только в условиях теплового и ультрафиолетового воздействия. При содержании полисахаридов в полиолефиновой матрице 40 об.% и менее композиты не подвержены значительному влиянию химических и биологических факторов окружающей среды. Одновременная модификация полиолефинов прооксидантом и полисахаридом не приводит к синергетическому эффекту деструкции в исследуемый период воздействия. В условиях теплового воздействия и уф-облучения поведение трехкомпонентного композита схоже с поведением модифицированного прооксидантом ПО, но с менее выраженным эффектом старения, а в водосодержащих средах такие материалы ведут себя как модифицированные полисахаридами ПО, но также с менее выраженной деструкцией. Одностадийное компаудирование трехкомпонентной системы «СТП: ПР: ПС» значительно снижает эффективность деструкции композита.

Ключевые слова: композит, полиэтилен, севилен, микроцеллюлоза, прооксидант, деструкция

Evaluation of the degradation of the modified polyolefins in different environments

Lubov N. Studenikina	¹	lovov-churkina@yandex.ru	 0000-0001-6613-4974
Tatyana E. Kudina	¹	kudina1999@mail.ru	 0000-0003-0946-8083
Vasiliy O. Iushin	¹	platonovvs1998@mail.ru	 0000-0003-3561-0346
Alexandr A. Melnikov	¹	melnikov.shura@inbox.ru	 0000-0003-3763-7120

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

Abstract. Hybrid composites based on synthetic thermoplastics (STP) are a prospect for replacing traditional plastics in various sectors of the national economy: crop production (composite hydroponic substrates, containers, etc.), water treatment (composite biofilter loads), packaging industry, etc. The purpose of the work is to assess the destruction of composites based on STP, modified with prooxidants (PR) and polysaccharides (PS), in various external conditions that mimic environmental factors (thermal, photochemical (UV radiation), chemical, biochemical effects). As objects of research, we used prototypes based on a copolymer of ethylene with vinyl acetate and high-pressure polyethylene, modified with microcellulose and cobalt stearate. The time of exposure to external factors is 3 months. The work also assessed the degree of influence of the compounding technology (one-stage, two-stage) of the three-component system "STP: PR: PS" on the degree of destruction of the composite. It has been established that effective destruction of polyolefins modified by prooxidants is observed only under conditions of thermal and ultraviolet exposure. When the content of polysaccharides in the polyolefin matrix is 40 vol.% Or less, the composites are not significantly affected by chemical and biological environmental factors. Simultaneous modification of polyolefins with a prooxidant and a polysaccharide does not lead to a synergistic effect of destruction during the studied period of exposure. Under conditions of heat exposure and UV irradiation, the behavior of the three-component composite is similar to the behavior of the PO modified with the prooxidant, but with a less pronounced aging effect, and in aqueous media such materials behave as the PO polysaccharides modified, but also with less pronounced destruction. One-stage compounding of the three-component system "STP: PR: PS" significantly reduces the efficiency of composite destruction

Keywords: composite, polyethylene, sevilene, microcellulose, prooxidant, destruction

Для цитирования

Студеникина Л.Н., Кудина Т.Е., Иушин В.О., Мельников А.А. Оценка деструкции модифицированных полиолефинов в различных внешних условиях // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 227–232. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-227-232

For citation

Studenikina L.N., Kudina T.E., Iushin V.O., Melnikov A.A. Evaluation of the degradation of the modified polyolefins in different environments. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 227–232. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-227-232

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Модификация синтетических термопластов (СТП) различных видов природными полимерами (в частности, полисахаридами: крахмалом, целлюлозой и пр.) направлена на получение композиций с минимально возможным содержанием искусственных невозобновляемых компонентов, а также на придание композитам новых уникальных свойств [1]. Они являются перспективой замены традиционных пластиков в различных отраслях народного хозяйства: растениеводстве (композитные гидропонные субстраты, контейнеры и пр.), водоочистке (композитные загрузки биофильтров), упаковочной индустрии и др.

Такие материалы могут быть как биоразлагаемыми, так и стойкими к внешним природным воздействиям, в зависимости от природы СТП, введения технологических добавок и т. д. Очевидно, что материалы, применяемые, например, в качестве биоагентов, должны обладать достаточной биохимической стойкостью в заданный период эксплуатации [2], а материалы, применяемые однократно (или сезонно), при невозможности вторичной переработки должны обладать свойством биоразложения, что позволит утилизировать их вместе с органическими отходами с получением компостов.

При создании биоразлагаемых материалов на основе СТП, не подвергаемых процессам биодegradации (например, полиолефинов – ПО), возникает вопрос эффективности биодеструкции всего композита. В настоящее время в научно-технических источниках прослеживаются противоречия в вопросе способности таких композитов к полной биодegradации, что требует комплексных исследований поведения материалов в условиях окружающей среды, установления механизмов, сроков и продуктов их деструкции.

Ускорить деструкцию ПО можно введением в их состав добавок-прооксидантов (в количестве 0,5÷2,0 мас.%). В ряде исследований [3, 4] показаны проблемы разложения ПО, модифицированных прооксидантами, например, отмечено, что при деструкции они фрагментируются до микропластика, а механизм и сроки их конечной биодegradации не ясны. В работе [5] отмечено, что минерализация фрагментированных под действием УФ-излучения и тепла ПО идет очень медленно, ввиду того, что инертные микрочастицы пластика являются малочувствительными к биоразложению.

Известны несколько основных видов деструкции полимеров: механическая, термическая, механотермическая, химическая (окислительная, гидролитическая и др.), фотохимическая,

радиационная, биохимическая [6]. В условиях эксплуатации материалы чаще всего подвергаются одновременно нескольким видам воздействия, поэтому для прогнозирования поведения новых композитов, особенно позиционируемых как биоразлагаемые, необходимы комплексные исследования, включающие оценку различных факторов среды на процессы деструкции (т. к. при различных воздействиях могут происходить процессы не только деструкции, но и сшивки полимерных молекул, а синергетический эффект при одновременном воздействии нескольких факторов может смениться ингибированием деструкции при действии одного фактора [7]).

Для биодegradируемых полимеров перво-степенной является оценка их биохимической деструкции, которая должна проводиться как в аэробных, так и в анаэробных условиях [8], сопровождаться комплексной оценкой влияния остальных (физических, химических) факторов среды [9], при этом необходимо разрабатывать и стандартизировать методики проведения таких испытаний [10].

В научно-технической литературе встречаются различные термины для описания процессов, протекающих при воздействии на полимерные материалы биологических факторов (прежде всего, микроорганизмов-деструкторов):

- биоповреждение (biodamage) – любое изменение структурных и функциональных характеристик материала, вызываемое биологическим фактором;
- биоэрозия (bioerosion) – изменение поверхностных слоев изделия под воздействием биообъектов (без повреждения глубоких слоев);
- биодеструкция (biodestruction) – снижение молекулярной массы полимера под действием биологических факторов;
- биодegradация или биоразложение (biodegradation) – уменьшение массы и объема полимерного изделия под воздействием микроорганизмов-деструкторов.

Термин «биодegradация» подразумевает поэтапную трансформацию полимера в углекислый газ, воду, неорганические соединения, включающиеся в естественный круговорот веществ. Ошибочно считать биоразлагаемыми все полимеры, которые подвергаются процессам биоэрозии, также неверно считать биодegradируемыми все полимеры, характеризующиеся высокой сорбцией воды [11].

Количественные данные о процессе биохимических превращений полимерных материалов, вызываемых биодеструкторами и обеспечивающих им возможность ассимиляции материала в качестве источника питательных веществ, весьма ограничены [12].

Среди лабораторных методов оценки биодеструкции полимеров распространены [13, 14]: испытание на грибостойкость (микологический тест), инкубирование с бактериями-деструкторами, газовыделение (метод Штурма), почвенный тест, компостирование.

Полиолефины, модифицированные прооксидантами, способны фрагментироваться под воздействием повышенных температур и ультрафиолетового облучения [15], а модифицированные полисахаридами, способны к биоэрозии под воздействием влаги и микроорганизмов [1]. Однако отсутствуют данные об особенностях деструкции композитов состава «полиолефин: полисахарид: прооксидант».

Цель работы – оценка деструкции композитов на основе СТП, модифицированных прооксидантами и полисахаридами, в различных внешних условиях, имитирующих факторы окружающей среды.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования применялись опытные образцы на основе сополимера этилена с винилацетатом (СЭВ) и полиэтилена высокого давления (ПВД), модифицированные микроцеллюлозой (МЦ) и прооксидантом (ПР) – стеаратом кобальта.

В лабораторных условиях были приготовлены образцы следующего состава (рисунок 1): № 1 – СЭВ (чистый); № 2 – «СЭВ: ПР» (95:5 об.%); № 3 – «СЭВ: МЦ» (60:40 об.%); № 4 – «ПВД: МЦ» (60:40 об.%); № 5 – «СЭВ: ПР:МЦ» (55:5:40 об.%) при одностадийном компаудировании; № 6 – «СЭВ: ПР:МЦ» (55:5:40 об.%) при двухстадийном компаудировании.

Одностадийное компаудирование в данном случае – одновременное введение в полимерную

матрицу модифицирующих наполнителей (прооксиданта и полисахарида), двухстадийное – поэтапное введение сначала прооксиданта в СТП, затем полисахарида в гомогенный расплав «ПО: ПР».



Рисунок 1. Внешний вид образцов

Figure 1. The appearance of the samples

Прочностные показатели композитов оценивали по ГОСТ 11262–80, используя разрывную машину РМ-50 и программное обеспечение «StretchTest». Влияние теплового воздействия оценивали, поместив образцы в сушильный шкаф при температуре 50 °С в среде воздуха. Влияние УФ-облучения оценивали, используя ГОСТ 33747–16, поместив образцы под УФ-лампу в среде воздуха. Влияние химических факторов оценивали, используя ГОСТ 12020–72, поместив образцы в концентрированное жидкое органоминеральное удобрение. Влияние биохимических факторов оценивали, используя ГОСТ 54530–11, поместив образцы во влажный компост. Отбор проб осуществлялся через каждые 30 суток в течение трех месяцев.

Результаты

На рисунке 2–5 показано изменение показателя прочности при разрыве образцов при воздействии на них указанных внешних факторов в течение 1 и 3 месяцев.

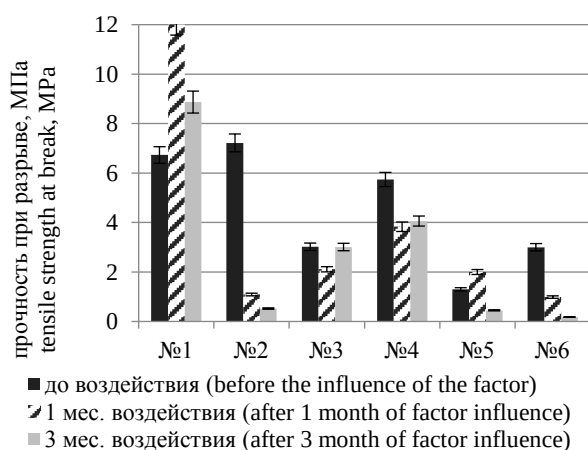


Рисунок 2. Диаграммы изменения прочности при разрыве образцов после термического воздействия в среде воздуха

Figure 2. Diagrams of changes in the tensile strength of samples after thermal exposure in the air

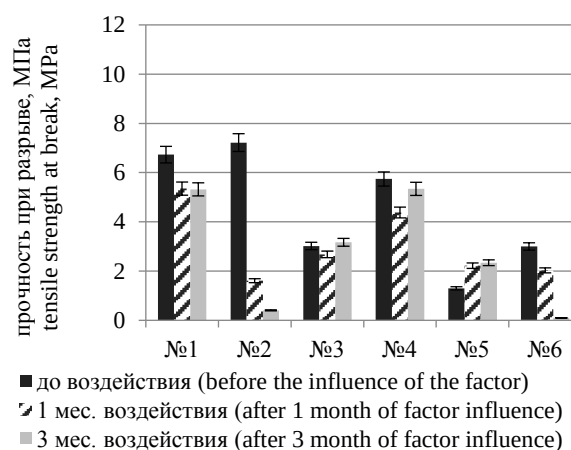


Рисунок 3. Диаграммы изменения прочности при разрыве образцов после ультрафиолетового воздействия в среде воздуха

Figure 3. Diagrams of changes in the tensile strength of samples after UV exposure in the air

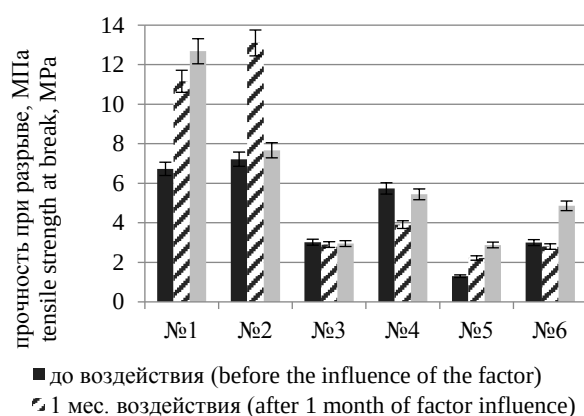


Рисунок 4. Диаграммы изменения прочности при разрыве образцов после химического воздействия (концентрированного органоминерального удобрения)

Figure 4. Diagrams of strength changes at rupture of samples after chemical exposure (concentrated organo-mineral fertilizer)

Из представленных рисунков видно, что немодифицированный СЭВ (образец № 1) незначительно снижает прочность при разрыве (не более чем на 20 %) лишь под воздействием ультрафиолетового излучения (в рассматриваемый период влияния фактора).

Сополимер этилена с винилацетатом, модифицированный прооксидантом (образец № 2), значительно теряет прочность после термического и ультрафиолетового воздействия (более чем на 85 %), но при влиянии химических и биохимических факторов наблюдается повышение прочности при разрыве в первый месяц воздействия с последующей незначительной потерей. Повышение прочности связано с влиянием воды на СЭВ, способствующей усилению межмолекулярных взаимодействий.

Сополимер этилена с винилацетатом, модифицированный микроцеллюлозой (образец № 3), очень слабо подвержен воздействию всех рассматриваемых факторов. Аналогично ведет себя образец № 4 (модифицированный микроцеллюлозой полиэтилен), что свидетельствует о схожих механизмах деградации композитов «СТП: ПС» независимо от вида полиолефиновой матрицы. Поведение модифицированного прооксидантами полиэтилена известно из научно-технических источников и в данном исследовании не рассматривается.

Сравнение показателей потери прочности образцов № 2, 3 и 6 дает основание полагать, что одновременная модификация СТП прооксидантом и полисахаридом не оказывает усиливающего действия (синергетического эффекта) на деструкцию композитов. В условиях теплового воздействия и УФ-облучения поведение трехкомпонентного композита схоже с поведением модифицированного прооксидантом ПО,

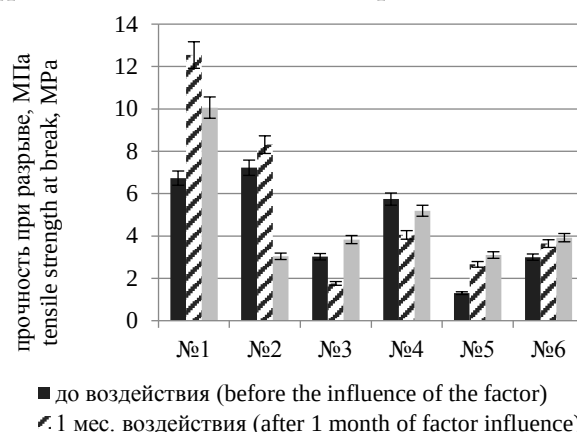


Рисунок 5. Диаграммы изменения прочности при разрыве образцов после биохимического воздействия (компостирования)

Figure 5. Diagrams of changes in the tensile strength of samples after biochemical exposure (composting)

но с менее выраженным эффектом старения, а в водосодержащих средах такие материалы ведут себя как модифицированные полисахаридами ПО, но также с менее выраженной деструкцией.

Способ получения трехкомпонентного композита «СТП: ПР:ПС» оказывает существенное влияние на эффективность деструкции материала, как видно из диаграмм для образцов № 5 и 6. Одностадийное компаудирование приводит к распределению прооксиданта не только в ПО, но и в ПС, что резко снижает тепловую и фотохимическую деструкцию композита. Поэтому получать такие материалы необходимо в две стадии: сначала модификация ПО прооксидантом, а затем введение полисахарида в гомогенную матрицу «ПО: ПР». На практике организовать этот процесс можно с применением каскадных двухшнековых экструдеров.

Заключение

1. Установлено, что эффективная деструкция модифицированных прооксидантами полиолефинов наблюдается только в условиях теплового и ультрафиолетового воздействия.
2. При содержании полисахаридов в ПО 40 об.% и менее композиты не подвержены значительному влиянию химических и биологических факторов окружающей среды в течении нескольких месяцев (и возможно дольше).
3. Одновременная модификация ПО прооксидантом и полисахаридом не приводит к синергетическому эффекту деструкции в исследуемый период воздействия.
4. Одностадийное компаудирование трехкомпонентной системы «полиолефин: прооксидант: полисахарид» значительно снижает эффективность деструкции композита.

Литература

- 1 BelBruno J.J. Molecularly imprinted polymers // Chemical reviews. 2018. V. 119. № 1. P. 94-119.
- 2 Корчагин В.И., Мельнова М.С., Студеникина Л.Н. Получение загрузки биофильтра для очистки сточных вод на основе вторичных ресурсов пищевых производств // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2015. № 3 (12). С. 129.
- 3 Adamcová D., Vavrková M. D. New polymer behavior under the landfill conditions // Waste and Biomass Valorization. 2016. V. 7. № 6. P. 1459-1467.
- 4 Briassoulis D. et al. Analysis of long-term degradation behaviour of polyethylene mulching films with pro-oxidants under real cultivation and soil burial conditions // Environmental Science and Pollution Research. 2015. V. 22. № 4. P. 2584-2598.
- 5 Чистобородов Г., Сеченков Е.В., Перепелкин К.Е., Шаблыгин М.В. и др. Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2009). 2009.
- 6 Ren J.M. et al. Star polymers // Chemical reviews. 2016. V. 116. № 12. P. 6743-6836.
- 7 Niedzielska E., Masek A. Polymer materials with controlled degradation time // E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2018. V. 44. P. 00122. doi:10.1051/e3sconf/20184400122
- 8 Quecholac-Piña X., Hernández-Berriel M.D.C., Mañón-Salas M.D.C., Espinosa-Valdemar R.M. et al. Degradation of Plastics under Anaerobic Conditions: A Short Review // Polymers. 2020. V. 12. № 1. P. 109. doi:10.3390/polym12010109
- 9 Maraveas C. Environmental Sustainability of Plastic in Agriculture // Agriculture. 2020. V. 10. № 8. P. 310. doi:10.3390/agriculture10080310
- 10 Montazer Z., Habibi Najafi M. B., Levin D. B. Challenges with Verifying Microbial Degradation of Polyethylene // Polymers. 2020. V. 12. № 1. P. 123. doi:10.3390/polym12010123
- 11 Штильман М.И. Биodeградация полимеров // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2015. Т. 8. № 2.
- 12 Заикова Г.Е. Горение, деструкция и стабилизация полимеров. СПб.: Научные основы и технологии, 2008. 422 с.
- 13 Inal S. et al. Conjugated polymers in bioelectronics // Accounts of chemical research. 2018. V. 51. № 6. P. 1368-1376.
- 14 Белик Е.С., Рудакова Л.В., Куликова Ю.В., Бурмистрова М.В. и др. Оценка эффективности биodeградации полимерных композиционных материалов // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 4. С. 111–118.
- 15 Корчагин В.И., Протасов А.В., Мельнова М.С., Жан С.Л. и др. Морфология импортных добавок, используемых при получении оксобиоразлагаемых полиолефинов // Вестник ВГУИТ. 2017. № 1. С. 227–231. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-227-231
- 16 Студеникина Л.Н. Получение высоконаполненного крахмалом полиэтилена с использованием модифицирующих добавок: дис. ... к-та тех.-х наук. Воронеж: ВГУИТ, 2012. 159 с.

References

- 1 BelBruno J.J. Molecularly imprinted polymers. Chemical reviews. 2018. vol. 119. no. 1. pp. 94-119.
- 2 Korchagin V.I., Melnova M.S., Studenikina L.N. Obtaining biofilter loading for wastewater treatment based on secondary resources of food production. Economy. Innovations. Quality management. 2015. no. 3 (12). pp. 129. (in Russian).
- 3 Adamcová D., Vavrková M.D. New polymer behavior under the landfill conditions. Waste and Biomass Valorization. 2016. vol. 7. no. 6. pp. 1459-1467.
- 4 Briassoulis D. et al. Analysis of long-term degradation behaviour of polyethylene mulching films with pro-oxidants under real cultivation and soil burial conditions. Environmental Science and Pollution Research. 2015. vol. 22. no. 4. pp. 2584-2598.
- 5 Chistoborodov G., Sechenkov E.V., Perepelkin K.E., Shablygin M.V. et al. Physics of fibrous materials: structure, properties, high technologies and materials (SMARTEX-2009). 2009. (in Russian).
- 6 Ren J.M. et al. Star polymers. Chemical reviews. 2016. vol. 116. no. 12. pp. 6743-6836.
- 7 Niedzielska E., Masek A. Polymer materials with controlled degradation time. E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2018. vol. 44. pp. 00122. doi:10.1051/e3sconf/20184400122
- 8 Quecholac-Piña X., Hernández-Berriel M.D.C., Mañón-Salas M.D.C., Espinosa-Valdemar R.M. et al. Degradation of Plastics under Anaerobic Conditions: A Short Review. Polymers. 2020. vol. 12. no. 1. pp. 109. doi:10.3390/polym12010109
- 9 Maraveas C. Environmental Sustainability of Plastic in Agriculture. Agriculture. 2020. vol. 10. no. 8. pp. 310. doi:10.3390/agriculture10080310
- 10 Montazer Z., Habibi Najafi M. B., Levin D. B. Challenges with Verifying Microbial Degradation of Polyethylene. Polymers. 2020. vol. 12. no. 1. pp. 123. doi:10.3390/polym12010123
- 11 Shtilman M.I. Biodegradation of polymers. Journal of the Siberian Federal University. Biology. 2015. vol. 8. no. 2. (in Russian).
- 12 Zaikova G.E. Combustion, destruction and stabilization of polymers. SPb, Scientific bases and technologies, 2008. 422 p. (in Russian).
- 13 Inal S. et al. Conjugated polymers in bioelectronics. Accounts of chemical research. 2018. vol. 51. no. 6. pp. 1368-1376.
- 14 Belik E.S., Rudakova L.V., Kulikova Yu.V., Burmistrova M.V. Evaluation of the effectiveness of biodegradation of polymer composite materials. Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. no. 4. pp. 111–118. (in Russian).
- 15 Korchagin V.I., Protasov A.V., Melnova M.S., Zhan S.L. et al. Morphology of imported additives used in the production of oxobiodegradable polyolefins. Proceedings of VSUET. 2017. no. 1. pp. 227–231. doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-227-231 (in Russian).
- 16 Studenikina L.N. Obtaining high-starch filled polyethylene using modifying additives / thesis for the degree of candidate of technical Sciences. Voronezh state University of engineering technologies. Voronezh, 2012. 159 p.

Сведения об авторах

Любовь Н. Студеникина к.т.н., доцент, кафедра промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lubov-churkina @yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6613-4974>

Татьяна Е. Кудина студент, кафедра промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kudina1999@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0946-8083>

Василий О. Иушин студент, кафедра промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, platonovvs1998@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3561-0346>

Александр А. Мельников студент, кафедра промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, melnikov.shura@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3763-7120>

Вклад авторов

Любовь Н. Студеникина планирование эксперимента, интерпретация результатов, написание рукописи, ответственность за плагиат

Татьяна Е. Кудина проведение экспериментов

Василий О. Иушин обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Александр А. Мельников обработка экспериментальных данных

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Lubov N. Studenikina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, industrial ecology, equipment for chemical and petrochemical plants department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, lubov-churkina @yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6613-4974>

Tatyana E. Kudina student, industrial ecology, chemical and petrochemical production equipment department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kudina1999@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0946-8083>

Vasiliy O. Iushin student, industrial ecology, chemical and petrochemical production equipment department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, platonovvs1998@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3561-0346>

Alexandr A. Melnikov student, industrial ecology, chemical and petrochemical production equipment department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, melnikov.shura@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3763-7120>

Contribution

Lubov N. Studenikina proposed a scheme of the experiment and organized production trials, responsible for plagiarism

Tatyana E. Kudina conducted an experiment

Vasiliy O. Iushin review of the literature on an investigated problem

Alexandr A. Melnikov performed computations

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 23/07/2020	После редакции 01/08/2020	Принята в печать 11/08/2020
Received 23/07/2020	Accepted in revised 01/08/2020	Accepted 11/08/2020

Перспективы применения жидких отходов производства кальцинированной соды в качестве хладоносителя на основе тройной системы $\text{CaCl}_2\text{-K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{-H}_2\text{O}$

Светлана Е. Плотникова ¹	burkovasweta@yandex.ru	 0000-0002-6331-554X
Юрий С. Перегудов ¹	inorganic_033@mail.ru	 0000-0003-2129-3191
Елена М. Горбунова ¹	lobanova8686@gmail.com	 0000-0002-3550-0115
Сабухи И. Нифталиев ¹	niftaliev@gmail.com	 0000-0001-7887-3061

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

Аннотация. В настоящее время актуальной проблемой является вторичное использование дистиллерной жидкости – отхода производства кальцинированной соды, который представляет собой водный раствор, содержащий около 10 % хлорида кальция и небольшое количество других солей. Предлагается применение раствора на основе дистиллерной жидкости в качестве хладоносителя в системе теплообмена при производстве соды. Введение в систему бихромата калия создает ингибирующий эффект и предотвращает коррозию труб. Для изучения фазовых равновесий в системе $\text{CaCl}_2 - \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{H}_2\text{O}$ построены диаграммы состояния при температурах 20, 3 и -7°C . С понижением температуры гомогенная область заметно уменьшается и смещается к оси $\text{CaCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$. Эвтектическая точка ограничена очень узкой областью, в которой массовая доля бихромата калия не превышает 3 %. Методом Скрайнемаркера установлено, что в области с содержанием хлорида кальция менее 40 % кристаллизуется бихромат калия. Для области, примыкающей к вершине хлорида кальция, установить состав твердой фазы и границы ее кристаллизации по методу Скрайнемаркера невозможно. Это связано с тем, что бинарная система $\text{CaCl}_2 - \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ является тройной взаимной системой $\text{K}^+, \text{Ca}^{2+} || \text{Cl}^-, \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. В этой области предполагается образование твердых растворов или соединений на основе бинарной системы $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{CaCr}_2\text{O}_7$. Для интервала температур от -7°C до 50°C предложен состав хладоносителя: 3 % $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - 10,2\%$ $\text{CaCl}_2 - 86,8\%$ H_2O . В области температуры от 20°C до 60°C состав раствора: 6 % $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - 10\%$ $\text{CaCl}_2 - 84\%$ H_2O .

Ключевые слова: дистиллерная жидкость, хладоноситель, диаграммы состояния, кальцинированная сода, отходы производства

Prospects for the use of liquid waste from the production of sodium carbonate as a coolant based on the ternary system $\text{CaCl}_2\text{-K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{-H}_2\text{O}$

Svetlana E. Plotnikova ¹	burkovasweta@yandex.ru	 0000-0002-6331-554X
Yurii S. Peregudov ¹	inorganic_033@mail.ru	 0000-0003-2129-3191
Elena M. Gorbunova ¹	lobanova8686@gmail.com	 0000-0002-3550-0115
Sabukhi I. Niftaliev ¹	niftaliev@gmail.com	 0000-0001-7887-3061

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

Abstract. Currently, the urgent problem is the secondary use of distillation liquid - a waste product from the production of sodium carbonate, which is an aqueous solution containing about 10 % calcium chloride and a small amount of other salts. It is proposed to use a solution based on a distiller liquid as a coolant in a heat exchange system in the production of soda. The introduction of potassium dichromate into the system creates an inhibitory effect and prevents pipe corrosion. To study phase equilibria in the $\text{CaCl}_2 - \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{H}_2\text{O}$ system, state diagrams were constructed at temperatures of 20, 3, and -7°C . With decreasing temperature, the homogeneous region noticeably decreases and shifts to the $\text{CaCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$ axis. The eutectic point is limited to a very narrow area in which the weight fraction of potassium dichromate does not exceed 3%. Using the Skrynemakers method, it was found that in a region with a calcium chloride content of less than 40 %, potassium dichromate crystallizes. For the region adjacent to the apex of calcium chloride, it is impossible to establish the composition of the solid phase and the boundaries of its crystallization using the Skrynemakers method. This is due to the fact that the binary system $\text{CaCl}_2 - \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ is a ternary reciprocal system $\text{K}^+, \text{Ca}^{2+} || \text{Cl}^-, \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. In this area, the formation of solid solutions or compounds based on the binary system $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{CaCr}_2\text{O}_7$ is supposed. For the temperature range from -7°C to 50°C , the refrigerant composition was proposed: 3 % $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - 10.2\%$ $\text{CaCl}_2 - 86.8\%$ H_2O . In the temperature range from 20°C to 60°C , the composition of the solution is: 6 % $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - 10\%$ $\text{CaCl}_2 - 84\%$ H_2O .

Keywords: distiller liquid, coolant, phase diagrams, soda ash, production waste

Введение

Кальцинированная сода – один из важнейших продуктов химической промышленности, имеющий обширные области применения и большие объемы производства. На каждую тонну соды, получаемой по аммиачному методу, образуется до 9 м^3 дистиллерной жидкости,

содержащей около 10–10,5% CaCl_2 и 5% NaCl и около 0,2% других примесей (карбоната и сульфата кальция, гашеной извести, песка) [1]. Также в ней содержится карбонат и гидроксид магния, примеси хлорида аммония и глинистых соединений.

Для цитирования

Плотникова С.Е., Перегудов Ю.С., Горбунова Е.М., Нифталиев С.И. Перспективы применения жидких отходов производства кальцинированной соды в качестве хладоносителя на основе тройной системы $\text{CaCl}_2\text{-K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{-H}_2\text{O}$ // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 233–238. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-233-238

For citation

Plotnikova S.E., Peregudov Yu.S., Gorbunova E.M., Niftaliev S.I. Prospects for the use of liquid waste from the production of sodium carbonate as a coolant based on the ternary system $\text{CaCl}_2\text{-K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{-H}_2\text{O}$. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 233–238. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-233-238

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Несмотря на то, что в настоящее время применяются различные способы переработки и утилизации дистиллерной жидкости [1–4], ввиду большого количества образующихся отходов значительная часть ее направляется в накопители, а затем сбрасывается в водоемы, что приводит к их загрязнению и засаливанию [3].

Исследована система $\text{CaCl}_2 - \text{SrCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$ при 288,15 К и получена фазовая диаграмма, которая использована для компьютерного моделирования рассола [5].

Основной задачей повышения экологической безопасности производства соды, особенно острой при возрастающих объемах производства, является разработка нового способа переработки и использования дистиллерной жидкости.

При производстве соды широко применяется система теплообмена, позволяющая экономить энергию на нагрев или охлаждение, необходимые для создания оптимального режима технологических процессов. В большинстве случаев рабочей жидкостью в системе служит вода. В настоящее время большое внимание уделяется эффективному и бережному использованию водных ресурсов. В связи с этим предлагается замена хладоносителя – воды на водный раствор на основе дистиллерной жидкости. Хладоноситель – промежуточное вещество, предназначенное для отвода теплоты от охлаждаемых объектов и передачи ее рабочему веществу (хладагенту) холодильной машины [6].

Для использования дистиллерной жидкости в системе теплообмена необходимо решить проблему коррозионной устойчивости материала труб теплопроводов, так как ионы Cl^- являются агрессивными активаторами коррозии [7]. Решить эту проблему можно с помощью добавления различных ингибиторов коррозии.

Широко известно применение бихромата калия или натрия в качестве ингибиторов коррозии сталей и алюминия в воде и пассиваторов при обработке нержавеющей сталей [8].

Изучение фазовых равновесий в трехкомпонентной системе $\text{CaCl}_2 - \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{H}_2\text{O}$ и разработка на ее основе хладоносителя, обладающего высокой теплопроводностью и инертностью по отношению к металлам, является целью исследования.

Материалы и методы

Для построения диаграммы тройной системы применяли метод Скрейнемакера. Рассчитывали и готовили смеси трех компонентов, состоящие из кристаллов и насыщенных растворов. Растворы термостатировали в течении суток при температуре 20 °С для установления равновесия, аналитическими методами определяли составы насыщенного раствора и твердой фазы, полученных из исходной смеси.

По точкам, соответствующим составам жидкой фазы и остатка, строили лучи [9]. Положение фигуративной точки твердой фазы на диаграмме растворимости определяется пересечением двух или нескольких лучей. Соединительные прямые между остатками и жидкой фазой пересекаются в пределах чертежа только тогда, когда твердые фазы имеют двойной или тройной состав. Если же твердая фаза отвечает составу одного из компонентов, фигуративная точка ее будет находиться в вершине, соответствующей этому компоненту.

Брали две пробы жидкой фазы, отличающихся друг от друга по составу, но находящихся в равновесии с одной и той же предполагаемой твердой фазой, пробу остатков, максимально отжатых от раствора, взвешивали пробы, растворяли в мерной колбе на 50 см³ и определяли концентрацию ионов Ca^{2+} и ионов Cl^- . По данным титрования рассчитывали массовые доли компонентов в пробе.

Для определения содержания Ca^{2+} в пробе использовали способ комплексонометрического титрования. К 10 см³ раствора добавляли 2 см³ аммиачного буфера (рН=8÷10), эриохром черный Т и титровали раствором ЭДТА с молярной концентрацией эквивалента 0,01 моль/дм³. Окраска раствора в конечной точке титрования изменялась с красной на голубую.

Содержание ионов хлора определяли меркурометрическим методом. Пробу объемом 10 см³ помещали в коническую колбу, доводили объем до 100 см³ дистиллированной водой. До начала титрования создавали кислую среду (рН 2,5) азотной кислотой, фиксируя ее значение, введением кислотно-основного индикатора бромфенолового синего, затем добавляли индикатор дифенилкарбазид и титровали раствором нитрата ртути (II) с молярной концентрацией эквивалента 0,02 моль/дм³ до изменения цвета от лимонно-желтого до сине-сиреневого [10].

Для определения концентрации окрашенных растворов широко используется фотометрический метод [11, 12]. Концентрацию бихромат-иона рассчитывали по значению оптической плотности. Сначала измеряли оптическую плотность стандартного раствора при различных длинах волн. По спектру выбирали оптимальную длину волны, которой соответствует максимальное значение оптической плотности. Для построения градуировочного графика готовили серию растворов и проводили измерения при определенной длине волны λ (400 нм) (рисунок 1).

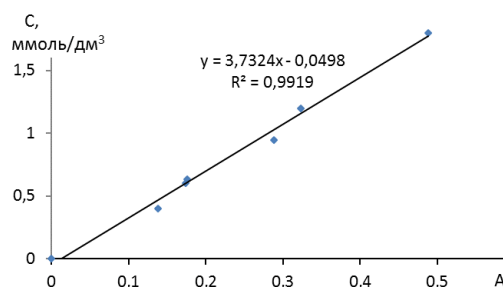


Рисунок 1. Зависимость молярной концентрации ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ от оптической плотности A

Figure 1. Dependence of the molar concentration of $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ from the optical density of A

Фотометрировали исследуемые растворы и подставляли значения в уравнение линейной зависимости молярной концентрации C от оптической плотности A .

Результаты и обсуждения

По полученным данным рассчитывали содержание солей в масс. % в жидкой и твердой

фазе (таблица 1). Строили ноды, соединяющие точку исходной смеси компонентов, жидкой и твердой фазы (рисунок 2). Три точки одной ноды должны лежать на одной прямой и быть направлены к точке, имеющей состав твердой фазы.

Таблица 1.

Состав исходной смеси компонентов, равновесной жидкой и твердой фаз

Table 1.

The composition of the initial mixture of components, equilibrium liquid and solid phases

Массовые доли в исходной смеси, % Mass fraction in the initial mixture, %			Фаза	Масса пробы для анализа, г Sample mass for analysis, g	Объем ЭДТА, см ³ EDTA volume, cm ³	Объем Hg(NO ₃) ₂ , см ³ Volume Hg(NO ₃) ₂ , cm ³	Оптическая плотность Optical density	Массовая доля компонентов, % Mass fraction of components, %		
CaCl ₂	K ₂ Cr ₂ O ₇	H ₂ O						CaCl ₂	K ₂ Cr ₂ O ₇	H ₂ O
40,00	10,00	50,00	ж	0,14	16,7	8,5	0,108	33,25	4,82	61,93
40,00	10,00	50,00	т	0,021	1	0,5	0,342	13,21	92,84	-6,06
32,00	8,00	60,00	ж	0,171	20,5	10,3	0,102	33,25	3,68	63,07
32,00	8,00	60,00	т	0,011	0,1	0,05	0,176	2,25	94,47	3,28
20,00	30,00	50,00	ж	0,19	17,3	8,8	0,189	25,30	5,84	68,86
20,00	30,00	50,00	т	0,035	0,6	0,3	0,56	4,13	89,70	6,17
12,00	18,00	70,00	ж	0,161	7,7	3,9	0,245	13,20	8,80	78,00
12,00	18,00	70,00	т	0,021	0,2	0,1	0,348	2,31	94,72	2,97

Соединительные прямые между кристаллами и жидкой фазой пересекаются в пределах чертежа только тогда, когда твердые фазы имеют двойной или тройной состав. Для нод, изображенных на рисунке 2, твердая фаза отвечает составу одного из компонентов – бихромату калия, фигуративная точка находится в вершине, соответствующей этому компоненту.

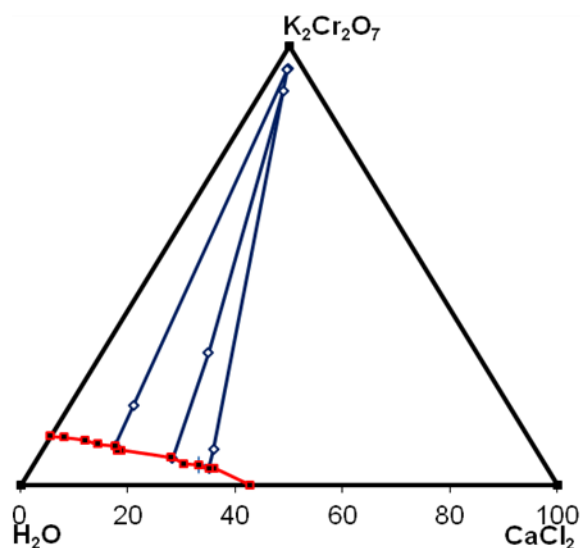


Рисунок 2. Диаграмма состояния системы CaCl₂ – K₂Cr₂O₇ – H₂O при 20 °C

Figure 2. Диаграмма состояния системы CaCl₂ – K₂Cr₂O₇ – H₂O при 20 °C

Бихромат калия кристаллизуется в верхней части треугольника составов, примыкающей к H₂O, где массовая доля хлорида кальция не превышает 40%. Для области, примыкающей к вершине хлорида кальция, линейность нод нарушается. Установить состав твердой фазы и границы ее кристаллизации по методу Скрайнемакера невозможно. Это связано с тем, что бинарная система CaCl₂ – K₂Cr₂O₇ является тройной взаимной системой K⁺, Ca²⁺||Cl⁻, Cr₂O₇²⁻ и в ней возможно образование солей CaCr₂O₇, KCl, а также двойных соединений. Из литературных источников известно, что в системе KCl – CaCl₂ существует двойная соль KCl-CaCl₂ [13,14]. Высокое содержание бихромат-иона в твердой фазе говорит о возможности образования твердых растворов или двойных соединений на основе системы CaCr₂O₇ – K₂Cr₂O₇.

Для изучения поведения системы в области низких температур исследования также проводили при +3 и -7 °C. Эксперимент проводили по той же методике, увеличив время достижения равновесия до 5 суток. На рисунке 3 изображены изотермы системы CaCl₂ – K₂Cr₂O₇ – H₂O при температуре 3 °C и -7 °C.

С понижением температуры гомогенная область заметно уменьшается. В области с содержанием хлорида кальция менее 40% наблюдается образование твердой фазы в виде бихромата калия.

Состав твердой фазы, кристаллизующийся в области с содержанием хлорида кальция более 40% не установлен. Возможно образование кристаллогидрата $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, (около состава 50,7% – CaCl_2 –49,3% H_2O) образование двойной соли $\text{KCl} \cdot \text{CaCl}_2$, твердых растворов и двойных солей на основе $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и CaCr_2O_7 .

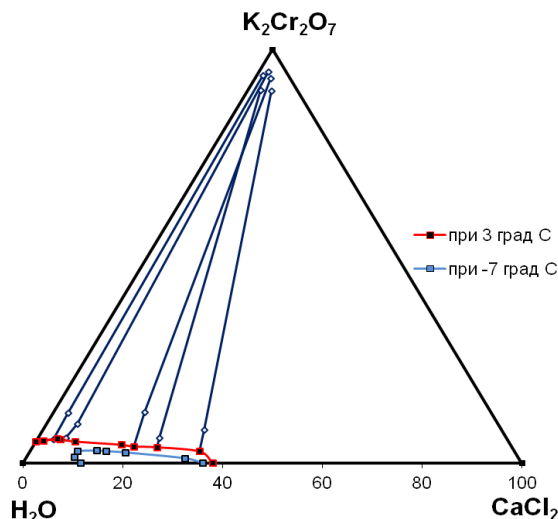


Рисунок 3. Диаграмма состояния системы $\text{CaCl}_2 - \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{H}_2\text{O}$ при температуре 3 °C и -7 °C

Figure 3. Diagram of the state of the $\text{CaCl}_2 - \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{H}_2\text{O}$ system at a temperature of 3 °C and -7 °C

При -7 °C область жидкой фазы очень мала и прилегает к оси $\text{H}_2\text{O} - \text{CaCl}_2$. Для некоторых растворов наблюдалось образование двух твердых фаз, одна из которых по составу была ближе к воде, а другая содержала ион бихромата. Все твердые фазы, кристаллизующиеся из растворов, имели оранжевый цвет и высокое содержание бихромат – иона. Твердая фаза в изученной области может состоять из бихромата калия, соединений или твердых растворов на основе бихроматов калия – кальция. Очевидно, что эвтектическая точка ограничена очень узкой областью, в которой содержание бихромата калия не превышает 3%.

Из результатов проведенного исследования можно сделать вывод, что хладоносители

на основе системы $\text{CaCl}_2 - \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{H}_2\text{O}$ могут применяться в ограниченном интервале температур. Известно, что при содержании в системе 3% бихромата калия коррозионная активность ионов Cl^- значительно уменьшается [15]. Содержание хлорида кальция в дистиллерной жидкости 10,5%. При добавлении 3% бихромата калия, массовая доля хлорида кальция изменяется, и раствор имеет состав 3% $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ –10,2% CaCl_2 –86,8% H_2O температурный интервал, в котором можно применять такой раствор, ограничен как нижним значением -7 °C (в противном случае возможно образование осадка в трубах), так и верхней границей в области 40–50 °C. При повышении температуры содержание бихромата калия должно быть выше в 2–3 раза, чтобы сохранялось его ингибирующее действие [15].

Для повышенной области температуры (от 20 °C до 60 °C) массовая доля $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 6% и состав раствора – хладоносителя: 6% $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ –10% CaCl_2 –84% H_2O .

Заключение

Изучены фазовые равновесия в системе $\text{CaCl}_2 - \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{H}_2\text{O}$ при 20 °C, 3 °C и -7 °C. С понижением температуры гомогенная область на диаграмме состояния заметно уменьшается. В области с содержанием хлорида кальция меньше 40% происходит высаливание бихромата калия. Твердая фаза в области, прилегающей к хлориду кальция, вероятно представляет собой твердые растворы на основе бихроматов калия – кальция. Эвтектическая точка ограничена очень узкой областью, в которой содержание бихромата калия не превышает 3%.

Анализ диаграмм состояния показывает, что хладоносители на основе системы $\text{CaCl}_2 - \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{H}_2\text{O}$ могут применяться в определенном интервале температур. Установлены составы хладоносителя на основе дистиллерной жидкости с антикоррозионными свойствами для систем теплообмена в производстве кальцинированной соды.

Литература

- 1 Быковский Н.А., Курбангалеева Л.Р., Даминев Р.Р. Переработка дистиллерной жидкости с получением товарных продуктов // Фундаментальные исследования. 2012. № 6–1. С. 209–213. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=29967>
- 2 Пат. № 2647931, RU, B09B 3/00, F23G 5/027. Способ переработки твердых отходов производства кальцинированной соды аммиачным методом / Р.Н. Загидуллин, заявитель Государственное автономное научное учреждение «Институт прикладных исследований» Академии наук Республики Башкортостан. № 2015151158; Заявл. 27.11.2015; Оpubл. 21.03.2018, Бюл. № 9.
- 3 Пат. № 2476386, RU, C02F 9/06, C01D 7/18. Способ переработки дистиллерной жидкости аммиачно-содового производства / Н.А. Быковский, заявитель Уфимский государственный нефтяной технический университет. № 2011138179/05; Заявл. 16.09.2011; Оpubл. 27.02.2013, Бюл. № 6.

- 4 Калинина Е.В., Рудакова Л.В. Снижение токсичных свойств шламов содового производства с последующей их утилизацией // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329. № 6. С. 85–96.
- 5 Li D, Meng L, Guo Y, Deng T, Yang L Chemical engineering process simulation of brines using phase diagram and Pitzer model of the system $\text{CaCl}_2\text{--SrCl}_2\text{--H}_2\text{O}$ // Fluid Phase Equilibria. 2019. № 484. P. 232–238. doi:10.1016/j.fluid.2018.11.034
- 6 Quang D.V., Dindi A., Zahra M.R.M.A. The Utilization of CO_2 , Alkaline Solid Waste, and Desalination Reject Brine in Soda Ash Production // CO_2 Separation, Purification and Conversion to Chemicals and Fuels. 2019. P. 153–184.
- 7 Kurbangaleeva M.H. Studying the Effect of High Molecular Flocculants on Separation of Distillation Suspension-the Main Waste of Soda Ash Production // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. V. 272. № 2. P. 022022.
- 8 Ramsey J, McCreery R. Raman microscopy of chromate interactions with corroding aluminum alloy 2024-T3 // Corrosion Science. 2004. № 46(7). P. 1729–1739. doi:10.1016/j.corsci.2003.10.010
- 9 Елсуков А.В., Мазунин С.А., Басов В.Н. Изучение фазовых равновесий в системе $\text{KCl} - \text{NH}_4\text{Cl} - \text{H}_2\text{O}$ при 25 °С оптимизированным методом сечений // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 3.
- 10 Golub A., Piekutin J. The Use of Sorbents in Removal of Selected Cations from Wastewater After Soda Ash Production // Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings. 2019. V. 16. № 1. P. 31.
- 11 Кулиев К.А., Плотникова С.Е., Горбунова Е.М., Таранова А.Н. Смешаннолигандные комплексы меди (II) с дитиолфенолами и гетероциклическими диаминами // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 248–256. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-248-256
- 12 Kuliev K.A., Gorbunova E.M., Plotnikova S.E. Extractive spectrophotometric determination of iron(III) using 2, 6-dithiol-4-methylphenol and aminophenols // Journal of Advanced Applied Scientific Research. 2017. V. 1. P. 2454–3225.
- 13 Wu Y. et al. Soda Ash Production with Low Energy Consumption Using Proton Cycled Membrane Electrolysis // Industrial & Engineering Chemistry Research. 2019. V. 58. № 8. P. 3450–3458.
- 14 Han H, Li D, Guo L. Prediction of solubilities for the salt-water system $\text{CaCl}_2\text{--KCl--H}_2\text{O}$ at 348.15 K // Advanced Materials Research. 2014. V. 1044–1045. P. 83–87. doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.1044-1045.83
- 15 Семенова И.В., Хорошилова А.Н., Флорианович Г.М. Коррозия и защита от коррозии. Москва: Физматлит, 2010. 416 с.

References

- 1 Bykovskiy N.A., Kurbangaleyeva L.R., Daminev R.R. Processing distiller liquid to obtain marketable products. Basic Research. 2012. no. 6–1. pp. 209–213. Available at: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=29967> (in Russian).
- 2 Zagidullin R.N. A method for processing solid waste from the production of soda ash by the ammonia method. Patent RF, no. 2647931, 2018.
- 3 Bykovskiy N.A. A method for processing distillation liquid of ammonia-soda production. Patent RF, no. 2476386, 2013.
- 4 Kalinina E.V., Rudakova L.V. Reducing the toxic properties of sludge from soda production with their subsequent disposal. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo-Resource Engineering. 2018. vol. 329. no. 6. pp. 85–96. (in Russian).
- 5 Li D, Meng L, Guo Y, Deng T, Yang L Chemical engineering process simulation of brines using phase diagram and Pitzer model of the system $\text{CaCl}_2\text{--SrCl}_2\text{--H}_2\text{O}$. Fluid Phase Equilibria. 2019. no. 484. pp. 232–238. doi:10.1016/j.fluid.2018.11.034
- 6 Quang D.V., Dindi A., Zahra M.R.M.A. The Utilization of CO_2 , Alkaline Solid Waste, and Desalination Reject Brine in Soda Ash Production. CO_2 Separation, Purification and Conversion to Chemicals and Fuels. 2019. pp. 153–184.
- 7 Kurbangaleeva M.H. Studying the Effect of High Molecular Flocculants on Separation of Distillation Suspension-the Main Waste of Soda Ash Production. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. vol. 272. no. 2. pp. 022022.
- 8 Ramsey J, McCreery R. Raman microscopy of chromate interactions with corroding aluminum alloy 2024 T3. Corrosion Science. 2004. no. 46(7). pp. 1729–1739. doi:10.1016/j.corsci.2003.10.010
- 9 Yelsukov A.V., Mazunin S.A., Basov V.N. Study of phase equilibria in the $\text{KCl} - \text{NH}_4\text{Cl} - \text{H}_2\text{O}$ system at 25°C by the optimized method of sections. Modern problems of science and education. 2012. no. 3. (in Russian).
- 10 Golub A., Piekutin J. The Use of Sorbents in Removal of Selected Cations from Wastewater After Soda Ash Production. Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings. 2019. vol. 16. no. 1. pp. 31.
- 11 Kuliev K.A., Plotnikova S.E., Gorbunova E.M., Taranova A.N. Mixed-ligand complexes of copper (II) with ditiolphenols and heterocyclic diamines. Proceedings of VSUET. 2017. vol. 79. no. 1. pp. 248–256. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-248-256 (in Russian).
- 12 Kuliev K.A., Gorbunova E.M., Plotnikova S.E. Extractive spectrophotometric determination of iron(III) using 2, 6 dithiol 4 methylphenol and aminophenols. Journal of Advanced Applied Scientific Research. 2017. vol. 1. pp. 2454–3225.
- 13 Wu Y. et al. Soda Ash Production with Low Energy Consumption Using Proton Cycled Membrane Electrolysis. Industrial & Engineering Chemistry Research. 2019. vol. 58. no. 8. pp. 3450–3458.
- 14 Han H, Li D, Guo L. Prediction of solubilities for the salt-water system $\text{CaCl}_2\text{--KCl--H}_2\text{O}$ at 348.15 K. Advanced Materials Research. 2014. vol. 1044–1045. pp. 83–87. doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.1044-1045.83
- 15 Semenova I.V., Khoroshilova A.N., Florianovich G.M. Corrosion and corrosion protection. Moscow, Fizmatlit, 2010. 416 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Светлана Е. Плотникова к.х.н., доцент, кафедра неорганической химии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, burkovasweta@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6331-554X>

Юрий С. Перегудов к.х.н., доцент, кафедра неорганической химии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, inorganic_033@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2129-3191>

Елена М. Горбунова к.х.н., доцент, кафедра неорганической химии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lobanova8686@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3550-0115>

Сабухи И. Нифталиев д.х.н., профессор, кафедра неорганической химии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, niftaliev@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-7887-3061>

Information about authors

Svetlana E. Plotnikova Cand. Sci. (Chem.), associate professor, inorganic chemistry and chemical technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, burkovasweta@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6331-554X>

Yurii S. Peregudov Dr. Sci. (Chem.), professor, inorganic chemistry and chemical technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, inorganic_033@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2129-3191>

Elena M. Gorbunova Cand. Sci. (Chem.), associate professor, inorganic chemistry and chemical technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, lobanova8686@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3550-0115>

Sabukhi I. Niftaliev Dr. Sci. (Chem.), professor, inorganic chemistry and chemical technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, niftaliev@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-7887-3061>

Вклад авторов

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

Contribution

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 12/07/2020	После редакции 21/07/2020	Принята в печать 29/07/2020
Received 12/07/2020	Accepted in revised 21/07/2020	Accepted 29/07/2020

Экономика и управление

Economics and Management

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-3-239-245>

Оригинальная статья/Research article

УДК 336.2

Open Access

Available online at vestnik-vsuet.ru

Методика формирования стратегических альтернатив развития дочерних предприятий и выбора оптимальной стратегии для каждого из них

Виктор Г. Лутченко	¹	180@vniivega.ru	 0000-0001-7626-9725
Александр И. Хорев	²	al.khorev@gmail.com	 0000-0002-8438-0607
Илья А. Хорев	¹	khorev.ilya@gmail.com	 0000-0002-4611-0497
Виктория В. Григорьева	²	vickierus@mail.ru	 0000-0002-7116-3021
Татьяна В. Лутченко	³	orderly@ya.ru	 0000-0002-3928-6400

¹ АО «ВНИИ «Вега», Московский проспект, д.7-Б, г. Воронеж, 394026, Россия² Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия³ АО «Концерн Созвездие», ул. Плехановская, 14, г. Воронеж, 394018, Россия

Аннотация. В статье исследуется методика формирования стратегических альтернатив деятельности дочернего предприятия и выбор стратегии его развития, работающего в узком рыночном сегменте и входящего в интегрированную структуру. Предлагаемая методика должна отличаться от методики разработки автономного работающего предприятия, поскольку основной задачей дочернего предприятия является получение им дополнительных конкурентных преимуществ к имеющимся в основном за счет вхождения в интегрированную структуру, что может обеспечить конкурентная стратегия, сфокусированная на издержках или дифференциации. Рассмотрена возможность реализации эталонной стратегии концентрированного и диверсифицированного роста. Представлена расширенная схема формирования альтернативных стратегий развития для дочерних предприятий в виде комбинации стратегий роста и конкурентных стратегий в их классическом определении. После формирования альтернативных стратегий дочернего предприятия главной задачей является выбор оптимальной для предприятия стратегии развития из числа альтернативных, которая позволит путем установления взаимосвязей между предприятиями получить максимально возможные конкурентные преимущества. Авторами отработана техника выбора оптимальной стратегии развития дочернего предприятия из числа альтернативных стратегий по максимуму конкурентных преимуществ.

Ключевые слова: стратегические альтернативы, корпорация, дочернее предприятие, конкурентные преимущества, рыночный сегмент

Method of forming strategic alternatives for the development of subsidiaries and choosing the optimal strategy for each of them

Viktor G. Lutchenko	¹	180@vniivega.ru	 0000-0001-7626-9725
Aleksander I. Khorev	²	al.khorev@gmail.com	 0000-0002-8438-0607
Iliya A. Khorev	¹	khorev.ilya@gmail.com	 0000-0002-4611-0497
Viktoria V. Grigorieva	²	vickierus@mail.ru	 0000-0002-7116-3021
Tatiana V. Lutchenko	³	orderly@ya.ru	 0000-0002-3928-6400

¹ JSC VSRI Vega Moscow Avenue, 7-B, Voronezh, 394026, Russia² Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia³ JSC Concern Sozvezdie, st. Plekhanovskaya, 14, Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The article examines the methodology for the formation of strategic alternatives to the activities of a subsidiary and the choice of a strategy for its development, operating in a narrow market segment and included in an integrated structure. The proposed methodology should differ from the methodology for developing an autonomous operating enterprise, since the main task of a subsidiary is to obtain additional competitive advantages to the existing ones mainly by entering an integrated structure, which can be provided by a competitive strategy focused on costs or differentiation. The possibility of implementing a benchmark strategy of concentrated and diversified growth is considered. An expanded scheme for the formation of alternative development strategies for subsidiaries in the form of a combination of growth strategies and competitive strategies in their classical definition is presented. After the formation of alternative strategies of the subsidiary, the main task is to select the optimal development strategy for the enterprise from among the alternative, which will allow, by establishing relationships between the enterprises, to obtain the maximum possible competitive advantages. The authors have worked out the technique of choosing the optimal strategy for the development of a subsidiary from among alternative strategies to maximize competitive advantages.

Keywords: Strategic alternatives, corporation, subsidiary, competitive advantage, market segment

Для цитирования

Лутченко В.Г., Хорев А.И., Хорев И.А., Григорьева В.В., Лутченко Т.В. Методика формирования стратегических альтернатив развития дочерних предприятий и выбора оптимальной стратегии для каждого из них // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 239–245. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-239-245

For citation

Lutchenko V.G., Khorev A.I., Khorev I.A., Grigoryeva V.V., Lutchenko T.V. Method of forming strategic alternatives for the development of subsidiaries and choosing the optimal strategy for each of them. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 239–245. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-239-245

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

В изученной экономической литературе отсутствует методика осуществления формирования и выбора стратегии развития дочернего предприятия. Имеются лишь общие соображения, приведенные в работах М. Портера, о необходимости использования материальных, нематериальных и конкурентных взаимосвязей между бизнес-подразделениями корпораций, работающих в смежных сферах деятельности для получения ими конкурентных преимуществ в виде снижения издержек или укрепления дифференциации, которые должны лежать в основе из стратегий развития [1–6].

Методы

Все возможные взаимосвязи между дочерними предприятиями, а также ими и материнской компанией можно свести к двум типам: материальным и нематериальным. Конкурентные взаимосвязи рассматриваются как правило только в теоретическом плане. Возможные взаимосвязи представлены в таблице 1.

В основе конкурентных преимуществ лежит стоимость, которую предприятие создает для своих потребителей. Эта стоимость может принимать форму более низких цен (издержки) или уникальных предложений (дифференциация). Однако дочерние предприятия должны обеспечивать не только высокую конкурентоспособность, но и рост объемных показателей. Для таких предприятий конкурентная сфокусированная стратегия, обеспечивающая устойчивое конкурентное преимущество, должна использоваться в комбинации с эталонными стратегиями роста, которые будут являться альтернативными стратегиями на долгосрочную перспективу. Схема комбинации конкурентных сфокусированных стратегий и эталонных стратегий роста представлена на рисунке 1.

Результаты

Стратегии интегрированного роста в данной статье не рассматриваются, поскольку интеграция дочернего предприятия с поставщиками, потребителями и поглощение конкурентов являются прерогативой руководства интегрированной структуры.

Стратегия диверсифицированного роста конгломератного типа также не рассматривается по причине очень сложной ее реализации силами только предприятия, поскольку предприятие должно осваивать новые продукты, не связанные с его традиционным профилем ни в технологическом, ни в коммерческом плане.

Таблица 1.

Возможные взаимосвязи между дочерними предприятиями, а также ими и материнской компанией

Table 1.

Possible interrelations between subsidiaries and their parent company

Виды взаимосвязей Types of interrelations	Название взаимосвязей Name of interrelations	Содержание взаимосвязей The content of interrelations
Материальные взаимосвязи Material interrelations	Рыночные Market-oriented	1. Совместная реклама Joint advertising 2. Общий маркетинг Collaborative marketing 3. Общий отдел сбыта Joint sales office 4. Общее гарантийное обслуживание Joint warranty service
	Производственные Production	1. Общие детали и узлы Sharing parts and assemblies 2. Общая логистика Joint logistics 3. Общая сборка The joint assembly
	Снабженческие Resupply	Централизация закупок Centralizing procurement
	Технологические Technological	Совместные разработки продуктов Collaborative product development
	Инфраструктурные Infrastructural	1. Общее юридическое обеспечение Joint legal support 2. Управление кадрами HR management 3. Субсидирование Subsidization
Нематериальные Intangible		1. Передача знаний Knowledge transfer 2. Передача навыков Skills transfer 3. Передача секретов Sharing secrets

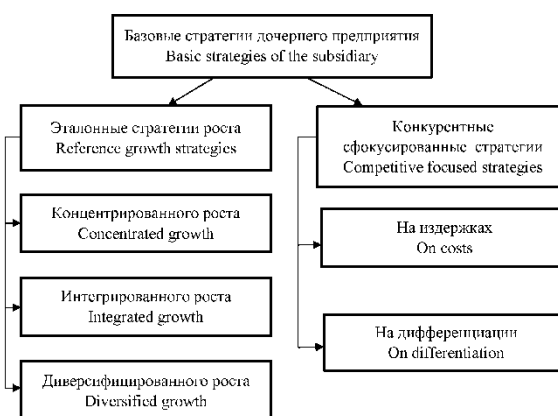


Рисунок 1. Базовые стратегии развития дочернего предприятия

Figure 1. Basic subsidiary development strategies

Реализация эталонной стратегии концентрированного и диверсифицированного роста представлена на рисунках 2 и 3 соответственно. Расширенная схема формирования альтернативных

стратегий развития для дочерних предприятий в виде комбинации стратегий роста и конкурентных стратегий в их классическом определении представлена на рисунке 4.

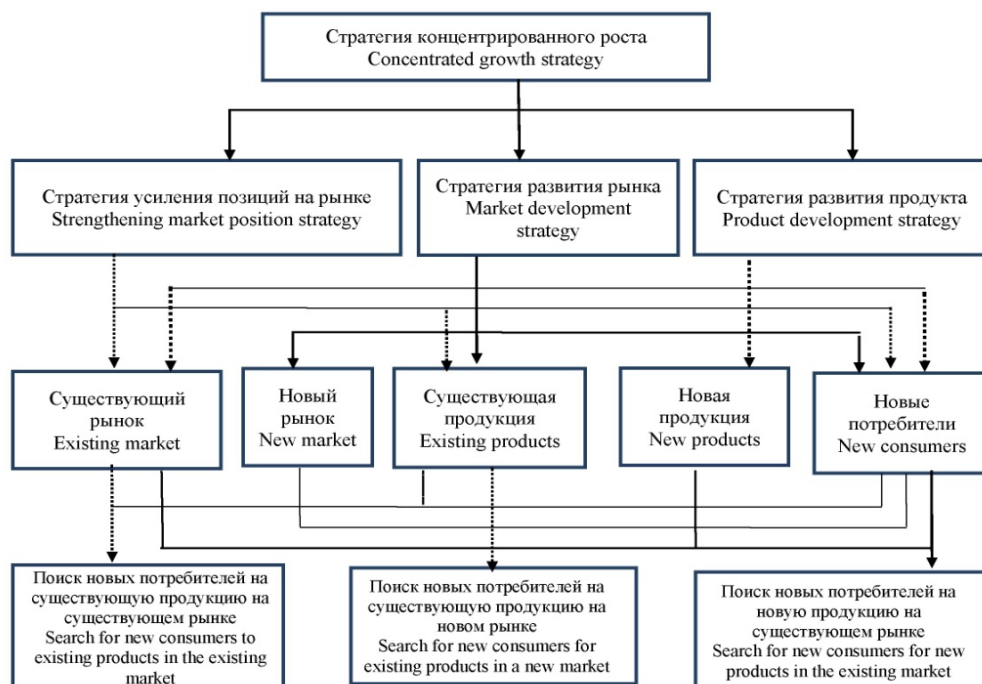


Рисунок 2. Стратегии концентрированного роста

Figure 2. Concentrated growth strategies

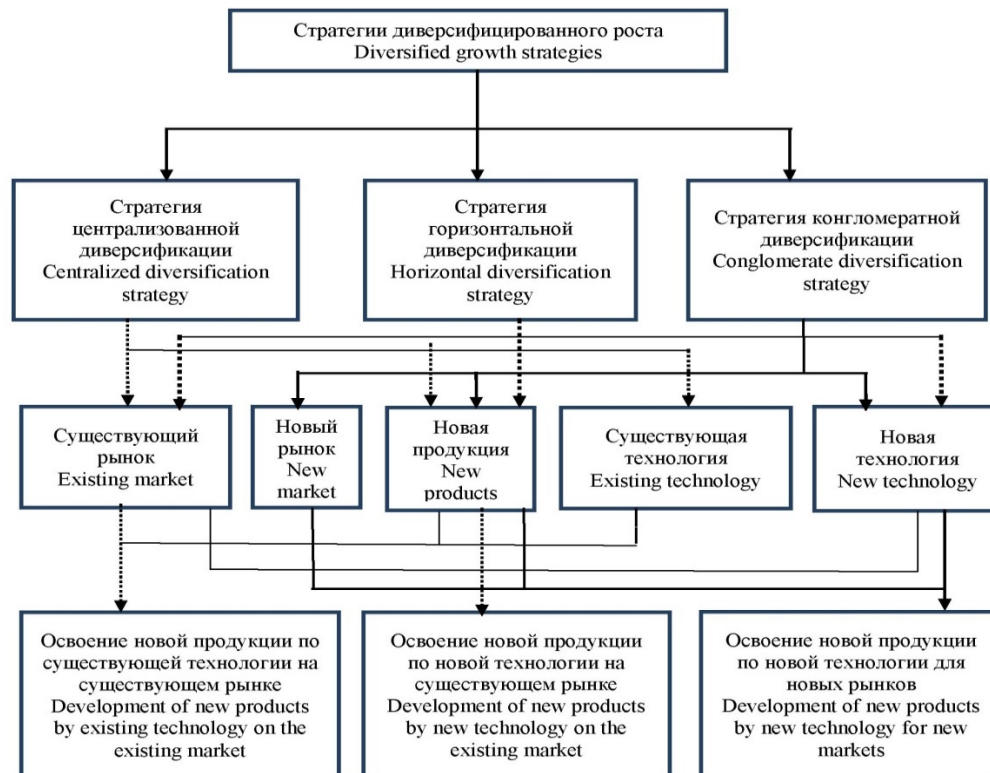


Рисунок 3. Стратегии диверсифицированного роста

Figure 3. Diversified growth strategies

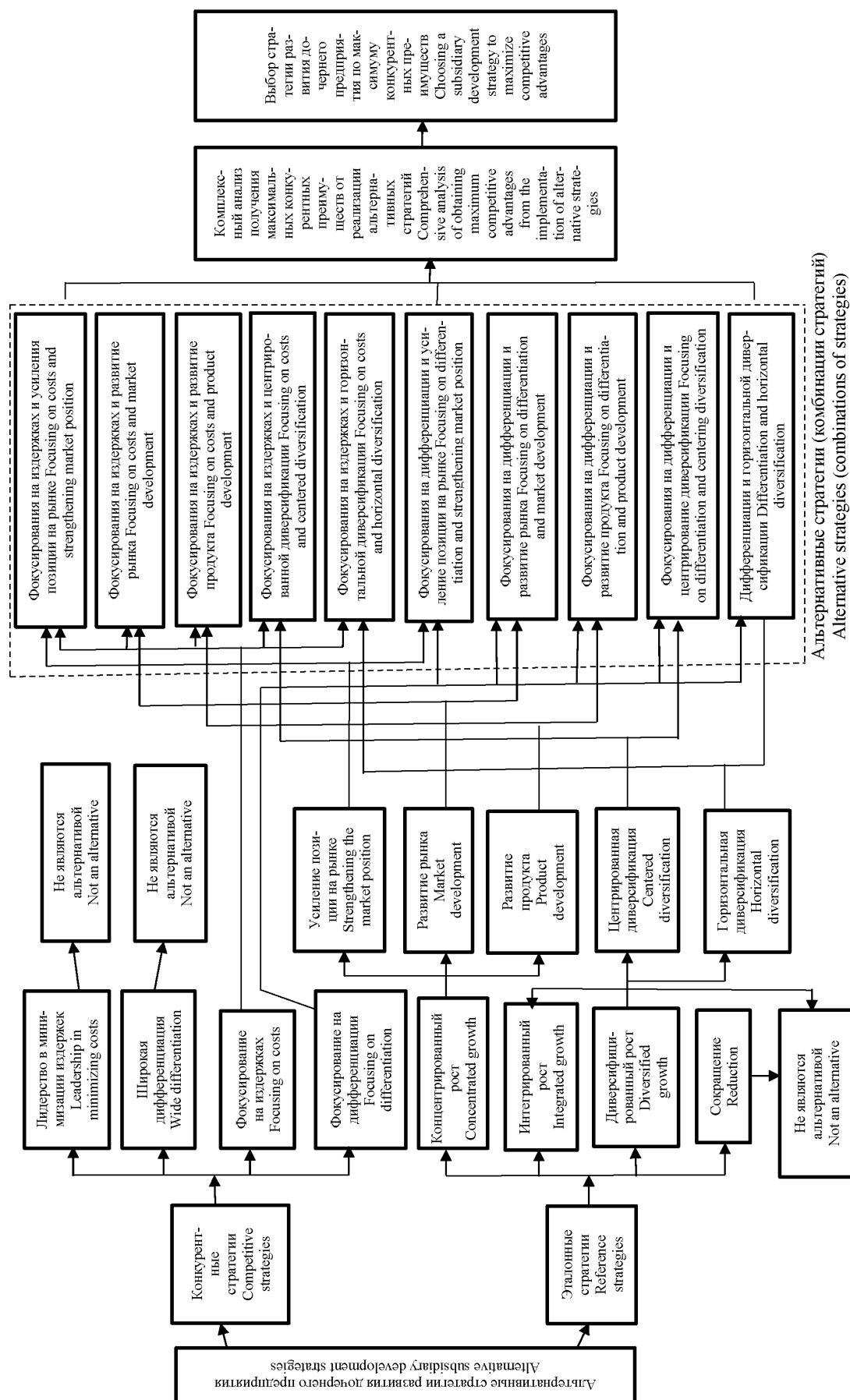


Рисунок 4. Расширенная схема формирования альтернативных стратегий для дочерних предприятий

Figure 4. Extended scheme of formation of alternative strategies for subsidiaries

Обсуждение

Все возможные комбинации стратегий концентрированного и диверсифицированного роста, исходя из их влияния на рынки и продукцию (рисунки 2, 3), с конкурентными сфокусированными стратегиями, исходя из их ориентации на издержки и дифференциацию, сформулированы в виде матрицы и представлены в таблице 2. Как видно из матрицы, всего набирается десять альтернативных стратегий развития дочернего предприятия, исходя из которых предстоит выбрать оптимальную для дочернего предприятия стратегию развития.

Матрица альтернативных стратегий, представленная в таблице 2, в отличие от матрицы

альтернативных стратегий, рассмотренной в [7, 8], отдельно представляет сфокусированные стратегии дифференциации и издержек в комбинации со стратегиями роста, что позволяет более тщательно учесть получаемые предприятиями конкурентные преимущества.

Однако следует иметь в виду, что большинство процессов и явлений в конкурентной среде не поддаются непосредственному измерению и получить их количественные или порядковые оценки можно только методами экспертной диагностики, конечной целью которой является возможность экспертного прогнозирования полученных дочерним предприятием дополнительных конкурентных преимуществ [9, 10-12].

Таблица 2.

Матрица альтернативных стратегий развития дочерних предприятий

Table 2.

Matrix of alternative development strategies for subsidiaries

Эталонные стратегии роста Reference strategy	Стратегии концентрированного роста Concentrated growth strategies	Конкурентные сфокусированные стратегии Competitive focused strategies	
		На дифференциации On differentiation	На издержках On costs
		1. Стратегия концентрированного роста на основе фокусирования предприятий на узком сегменте рынка и привлечения новых потребителей за счет уникальности продукции Concentrated growth strategy is based on focusing the business on a narrow segment of the market and attract new consumers through a unique product	6. Стратегия концентрированного роста на основе фокусирования предприятий на узком сегменте рынка и привлечения новых потребителей за счет уменьшения цены путем уменьшения издержек Concentrated growth strategy is based on focusing the business on a narrow segment of the market and attract new customers by reducing prices by reducing costs
Стратегии диверсифицированного роста Diversified growth strategies	Стратегия развития рынка Market development strategy	2. Стратегия концентрированного роста на основе фокусирования предприятий на новом узком сегменте рынка и привлечения новых потребителей за счет уникальности продукции Concentrated growth strategy is based on focusing the business on the new narrow segment of the market and attract new consumers through a unique product	7. Стратегия концентрированного роста на основе фокусирования на новом узком сегменте рынка и привлечения новых потребителей за счет уменьшения цены путем уменьшения издержек Concentrated growth strategy is based on focusing on the new narrow segment of the market and attract new customers by reducing prices by reducing costs
	Стратегия развития предприятия Enterprise development strategy	3. Стратегия концентрированного роста на основе фокусирования предприятий на узком сегменте рынка с новой уникальной продукцией, что должно привлечь новых потребителей Concentrated growth strategy is based on focusing the business on a narrow segment of the market with new and unique products, which should attract new customers	8. Стратегия концентрированного роста на основе фокусирования предприятия на узком сегменте рынка с новой продукцией с привлечением новых потребителей за счет уменьшения цены путем снижения издержек Concentrated growth strategy is based on the enterprise focus on a narrow segment of the market with new products to attract new customers by reducing prices by reducing costs
	Стратегия централизованной диверсификации Centralized diversification strategy	4. Стратегия диверсифицированного роста на основе фокусирования на узком сегменте рынка с созданием на нем новых ниш с уникальными новыми продуктами, что должно привлечь новых потребителей A diversified growth strategy based on focusing on a narrow segment of the market with the creation of new niches on it with unique new products, which should attract new consumers	9. Стратегия диверсифицированного роста на основе фокусирования предприятий на узком сегменте рынка с созданием на нем новых ниш с продукцией со сниженными издержками и ценой, что должно привлечь новых потребителей A diversified growth strategy based on focusing enterprises on a narrow market segment with the creation of new niches on it with products with reduced costs and prices, which should attract new consumers
	Стратегия горизонтальной диверсификации Horizontal diversification strategy	5. Стратегия диверсифицированного роста на основе фокусирования на узком сегменте рынка с новыми уникальными продуктами по новой технологии, что должно привлечь новых потребителей A diversified growth strategy based on focusing on a narrow market segment with new unique products using new technology, which should attract new consumers	10. Стратегия диверсифицированного роста на основе фокусирования предприятий на узком сегменте рынка с новыми продуктами по новой технологии со сниженными издержками и ценой, что должно привлечь новых потребителей A diversified growth strategy based on focusing enterprises on a narrow market segment with new products using new technology with reduced costs and prices, which should attract new consumers

После формирования альтернативных стратегий дочернего предприятия главной задачей является выбор оптимальной для предприятия стратегии развития из числа альтернативных, которая позволит путем установления взаимосвязей между предприятиями получить максимально возможные конкурентные преимущества.

Авторами предлагается методика выбора оптимальной стратегии развития дочернего предприятия из числа альтернативных стратегий по максимуму конкурентных преимуществ, которые реализуются следующим образом:

- рассматриваются возможные варианты взаимосвязей для реализации каждой альтернативной стратегии с точки зрения классического определения сфокусированных стратегий и стратегий роста;

- рассматриваются возможные реальные взаимосвязи между предприятиями, которые они могут установить по своей инициативе;

- определяются рейтинги взвешенных оценок взаимосвязей при помощи способа расстановки приоритетов, основанном на экспертной оценке и матричной форме записи по вариантам (п. 1) взаимосвязей, необходимых для реализации альтернативных стратегий на основании их классических определений;

- каждый эксперт дает оценку возможности реализации взаимосвязей на своем предприятии по десятибалльной шкале;

- определяются конкурентные преимущества, которые может дать реализация каждой альтернативной стратегии для предприятий путем умножения экспертной оценки возможности реализации взаимосвязей (п. 2) на соответствующий ей рейтинг (п. 3);

- наиболее выгодная для предприятия стратегия из числа альтернативных выбирается по максимуму получения им конкурентного преимущества (от 0 до 10).

Заключение

Анализ экономической литературы по корпоративному управлению показал, что всеми разделяемой методикой оценки получаемых дочерним предприятием дополнительных конкурентных преимуществ от вхождения их в интегрированную структуру не обнаружен.

Тем ценнее предлагаемая методика. Она позволяет на предварительном этапе вхождения предприятия в интегрированную структуру произвести прикидочный анализ получения им дополнительных конкурентных преимуществ, которые должны превосходить затраты предприятия от его нахождения в интегрированной структуре.

Литература

- 1 Портер М. Конкурентное преимущество. Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость. Москва, «Альпина Бизнес Букс», 2006.
- 2 Портер М. Методика анализа отраслей и конкурентов. Москва, «Альпина Бизнес Букс», 2005.
- 3 Paterson S.L., Brock D.M. The development of subsidiary-management research: review and theoretical analysis // *International Business Review*. 2002. V. 11. № 2. P. 139–163. doi: 10.1016/S0969-5931(01)00053-1
- 4 Scott P., Gibbons P., Coughlan J. Developing subsidiary contribution to the MNC – Subsidiary entrepreneurship and strategy creativity // *Journal of International Management*. 2010. V. 16. № 4. P. 328–339. doi: 10.1016/j.intman.2010.09.004
- 5 Gammelgaard J. et al. Effective autonomy, organisational relationships and skilled jobs in subsidiaries // *Management Research Review*. 2011. V. 34. № 4. P. 366–385. doi: 10.1108/01409171111117834
- 6 Valitov S.M., Khakimov A.K. Innovative potential as a framework of innovative strategy for enterprise development // *Procedia Economics and Finance*. 2015. V. 24. P. 716–721. doi: 10.1016/S2212-5671(15)00682-6
- 7 Штефан В.И., Штефан Е.В., Лутченко В.Г., Лутченко Т.В. Формирование стратегии развития предприятия, входящего в интегрированную структуру. Воронеж: ВНИИ «Вега», 2016.
- 8 Штефан В.И., Штефан Е.В., Лутченко В.Г., Лутченко Т.В. Методологические аспекты формирования и реализации стратегии развития интегрированной структуры и ее дочерних предприятий. Воронеж: ВНИИ «Вега», 2017.
- 9 Jovanovic M. et al. Paths to service capability development for servitization: Examining an internal service ecosystem // *Journal of Business Research*. 2019. V. 104. P. 472–485. doi: 10.1016/j.jbusres.2019.05.015
- 10 Marchini P. L., Mazza T., Medioli A. Corruption and sustainable development: The impact on income shifting in European international groups // *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. 2020. V. 27. № 2. P. 717–730. doi: 10.1002/csr.1839
- 11 Выжитович А.М., Скорлыгина Е.А. Система внутреннего аудита автономного учреждения // *Вестник НГУЭУ*. 2018. № 1. С. 122–130.
- 12 Титов В.В., Безмельницын Д.А. Моделирование планирования развития высокотехнологичного бизнеса в промышленном кластере // *Вестник НГУЭУ*. 2018. № 2. С. 20–32.

References

- 1 Porter M. Competitive Advantage. How to achieve a high result and ensure its stability. Moscow, Alpina Business Books, 2006. (in Russian).
- 2 Porter M. Methods of analysis of industries and competitors. Moscow, Alpina Business Books, 2005. (in Russian).
- 3 Paterson S.L., Brock D.M. The development of subsidiary-management research: review and theoretical analysis. *International Business Review*. 2002. vol. 11. no. 2. pp. 139–163. doi: 10.1016/S0969-5931(01)00053-1

- 4 Scott P., Gibbons P., Coughlan J. Developing subsidiary contribution to the MNC – Subsidiary entrepreneurship and strategy creativity. *Journal of International Management*. 2010. vol. 16. no. 4. pp. 328–339. doi: 10.1016/j.intman.2010.09.004
- 5 Gammelgaard J. et al. Effective autonomy, organisational relationships and skilled jobs in subsidiaries. *Management Research Review*. 2011. vol. 34. no. 4. pp. 366–385. doi: 10.1108/01409171111117834
- 6 Valitov S.M., Khakimov A.K. Innovative potential as a framework of innovative strategy for enterprise development. *Procedia Economics and Finance*. 2015. vol. 24. pp. 716–721. doi: 10.1016/S2212-5671(15)00682-6
- 7 Shtefan V.I., Shtefan E.V., Lutchenko V.G., Lutchenko T.V. Formation of an enterprise development strategy included in an integrated structure. Voronezh, VNII "Vega", 2016. (in Russian).
- 8 Shtefan V.I., Shtefan E.V., Lutchenko V.G., Lutchenko T.V. Methodological aspects of the formation and implementation of the development strategy of the integrated structure and its subsidiaries. Voronezh, VNII "Vega", 2017. (in Russian).
- 9 Jovanovic M. et al. Paths to service capability development for servitization: Examining an internal service ecosystem. *Journal of Business Research*. 2019. vol. 104. pp. 472–485. doi: 10.1016/j.jbusres.2019.05.015
- 10 Marchini P. L., Mazza T., Medioli A. Corruption and sustainable development: The impact on income shifting in European international groups. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. 2020. vol. 27. no. 2. pp. 717–730. doi: 10.1002/csr.1839
- 11 Vyzhitovich A.M., Skorlygina E.A. Internal audit system of an autonomous institution. *Vestnik NSUEM*. 2018. no. 1. pp. 122–130. (in Russian).
- 12 Titov V.V., Bezmelnitsyn D.A. Modeling of planning the development of high-tech business in an industrial cluster. *Vestnik NSUEM*. 2018. no. 2. pp. 20–32.

Сведения об авторах

Виктор Г. Лутченко к.т.н., заместитель начальника отдела системного анализа, АО «ВНИИ «Вега», Московский проспект, д.7-Б, г. Воронеж, 394026, Россия, 180@vniivega.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7626-9725>

Александр И. Хорев д.э.н., кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, al.khorev@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8438-0607>

Илья А. Хорев к.э.н., главный специалист отдела системного анализа, АО «ВНИИ «Вега», Московский проспект, д.7-Б, г. Воронеж, 394026, Россия, khorev.ilya@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4611-0497>

Виктория В. Григорьева к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vickierus@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7116-3021>

Татьяна В. Лутченко ведущий экономист, АО «Концерн Созвездие», ул. Плехановская, 14, г. Воронеж, 394018, Россия, orderly@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3928-6400>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Viktor G. Lutchenko Cand. Sci. (Engin.), deputy head of system analysis, JSC «VSRI «Vega», Moscow Avenue, 7-B, Voronezh, 394026, Russia, 180@vniivega.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7626-9725>

Aleksander I. Khorev Dr. Sci. (Econ.), professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, al.khorev@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8438-0607>

Iliya A. Khorev Cand. Sci. (Econ.), chief specialist of the department of system analysis, JSC VSRI Vega, Moscow Avenue, 7-B, Voronezh, 394026, Russia, khorev.ilya@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4611-0497>

Viktoria V. Grigorieva Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, vickierus@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7116-3021>

Tatiana V. Lutchenko lead economist, JSC Concern Sozvezdie, st. Plekhanovskaya, 14, Voronezh, 394036, Russia, orderly@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3928-6400>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 18/08/2020	После редакции 27/08/2020	Принята в печать 03/09/2020
Received 18/08/2020	Accepted in revised 27/08/2020	Accepted 03/09/2020

Финансово-экономические характеристики жизненного цикла организации

Юрий А. Саликов¹ saural@rambler.ru
Надежда Н. Кривцова¹ titovanadya2012@mail.ru  0000-0003-1323-6584

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

Аннотация. Одним из наиболее приемлемых научно-методических подходов к работе в сложных экономических условиях является регулярное и целенаправленное управление жизненным циклом бизнес-организации как открытой социально-экономической системой. Любая система развивается и изменяется, проходя типичные стадии или циклические состояния своего развития. Изучение предприятия с позиции жизненного цикла позволяет повысить эффективность финансово-хозяйственной деятельности именно на указанном этапе и своевременно разработать меры по предотвращению или ослаблению негативных и повышению положительных результатов. Анализ научных исследований позволил определить «жизненный цикл предприятия» как количественно ограниченный набор стадий или состояний, в рамках которых находится предприятие в течение своего существования и развития. Применительно к функционированию бизнес-организации традиционно выделяют следующие стадии жизненного цикла: создание, рост, зрелость, кризис. В зависимости от того, на какой стадии жизненного цикла находится бизнес-организация, необходимо акцентировать внимание на различных аспектах ее финансово-экономической деятельности. Развитие бизнес-организации заключается в обеспечении перехода с первой и второй стадий до третьей, и максимально долгого удержания на ней (стадии зрелости) со своевременным выявлением признаков четвертой стадии (кризиса) с целью ее предотвращения путём удержания существующих позиций, возврата на вторую стадию, диверсификации или перехода на новый жизненный цикл. На каждой стадии развития существуют свои ключевые аспекты, на которых должно быть сосредоточено внимание руководства для достижения и удержания положительных финансово-экономических характеристик. Соответствие стадий жизненного цикла и финансово-экономических приоритетов дает основания для разработки системы финансово-экономических показателей и формирования границ допустимых их колебаний в пределах каждой стадии. Исходя из значений финансово-экономических показателей и их динамики, можно, во-первых, способствовать более точной диагностике стадии жизненного цикла бизнес-организации; во-вторых, повысить эффективность деятельности бизнес-организации на каждой стадии, корректируя значения показателей в пределах оптимальных диапазонов, применяя адекватные управленческие воздействия.

Ключевые слова: развитие бизнес-организации, жизненный цикл бизнес-организации, стадии жизненного цикла, финансово-экономические приоритеты, финансово-экономические показатели

Financial and economic characteristics of the organization's life cycle

Yurii A. Salikov¹ saural@rambler.ru
Nadezhda N. Krivtsova¹ titovanadya2012@mail.ru  0000-0003-1323-6584

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

Abstract. One of the most acceptable scientific and methodological approaches to work in difficult economic conditions is regular and targeted management of the life cycle of a business organization as an open social and economic system. Any system develops and changes, passing through typical stages or cyclic states of its development. Studying the enterprise from the point of view of the life cycle allows to increase efficiency of financial and economic activity exactly at the specified stage and in due time to develop measures on prevention or weakening of negative and increase of positive results. The analysis of scientific researches has allowed to define the "life cycle of an enterprise" as a quantitatively limited set of stages or states within which the enterprise is during its existence and development. With regard to the functioning of a business organization, the following stages of its life cycle have traditionally been identified: creation, growth, maturity and crisis. Depending on the stage of the life cycle, a business organization should focus on various aspects of its financial and economic activities. Development of a business organization is to ensure the transition from the first and second stages to the third, and the longest possible retention (maturity stage) with timely identification of signs of the fourth stage (crisis) in order to prevent it by retaining the existing positions, returning to the second stage, diversification or transition to a new life cycle. Each stage of development has its key aspects on which management should focus to achieve and maintain positive financial and economic performance. Correspondence of life cycle stages and financial and economic priorities gives grounds for development of the system of financial and economic indicators and formation of limits of their permissible fluctuations within each stage. Based on the values of financial and economic indicators and their dynamics, it is possible, firstly, to contribute to more accurate diagnostics of the life cycle stage of a business organization; secondly, to improve the efficiency of a business organization at each stage by adjusting the values of indicators within the optimal ranges and applying adequate managerial impacts.

Keywords: business organization development, life cycle of a business organization, life cycle stages, financial and economic priorities, financial and economic indicators

Для цитирования
Саликов Ю.А., Кривцова Н.Н. Финансово-экономические характеристики жизненного цикла организации // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 246–252. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-246-252

For citation
Salikov Y.A., Kravtsova N.N. Financial and economic characteristics of the organization's life cycle. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 246–252. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-246-252

Введение

Современные условия хозяйствования бизнес-организаций характеризуются жесткой конкуренцией, динамичностью рыночной конъюнктуры, современными инновационными тенденциями ведения бизнеса, переменчивым характером внешней и нестабильностью внутренней среды.

Анализ современной зарубежной и отечественной экономической литературы показывает, что одним из наиболее приемлемых научно-методических подходов к работе в таких сложных условиях является регулярное и целенаправленное управление жизненным циклом бизнес-организации как открытой социально-экономической системой.

Известно, что любая система развивается и изменяется, проходя типичные стадии или циклические состояния своего развития. При этом темп изменений нарастает, бизнес-деятельность нуждается в соответствующем теоретическом и методическом обосновании. Этот факт определяет то, что одним из наиболее важных и часто используемых в практике управления является концепция жизненных циклов. Не учет стадии жизненного цикла затрудняет возможность адекватно оценить фактически существующее финансово-экономическое положение предприятия и вызвавшие его факторы. Не менее важным является правильное определение текущего финансово-экономического положения предприятия, поскольку от этого зависит разработка будущих планов действий и формирования концепции управления, наиболее действенной на данном этапе.

Учет теоретических и практических процессов циклического развития предприятия, изучение предприятия с позиции жизненного цикла позволяет повысить эффективность финансово – хозяйственной деятельности именно на указанном этапе и своевременно разработать меры по предотвращению или ослаблению негативных и повышению положительных результатов.

С середины 50-х годов до наших дней теорию жизненного цикла изучали и развивали многие выдающиеся зарубежные и отечественные авторы. Эволюция теорий развивалась в рамках трех моделей: процессных (50–70 гг. XX в.), содержательных (80–90 гг. XX в.) и универсальных (10–20 гг. XXI в.) Наибольшую известность из них получили теории Л. Грейнера и И. Адизеса [1–3].

В работе ученых, занимавшихся вопросами развития теорий жизненного цикла наблюдается отсутствие единого мнения относительно перечня стадий жизненного цикла организации, противоречивость взглядов

на последовательность смены стадий и механизмы изменения составляющих внутренней среды организации.

Анализ научных исследований позволил выделить три основных подхода к определению сущности понятия «жизненный цикл предприятия»: как совокупности стадий, этапов деятельности; как период времени и как последовательность изменений.

Представители первого подхода (С.В. Корягина, Л.А. Лигоненко, Г.А. Козаченко и А.В. Никулина и др.) рассматривают «жизненный цикл предприятия» как совокупность стадий, этапов функционирования, в течение которых предприятие реализует достижение целей деятельности [4, 5]. В рамках второго подхода И.А. Бланк, П.К. Власов, О.Ю. Фирстова и др. рассматривают «жизненный цикл предприятия» как определенный период времени функционирования предприятия [6, 7]. В центре исследований, относящихся к третьему подходу, находятся циклические изменения и закономерности их возникновения. Исследования в этом направлении проводили, в частности, Н.В. Родионова, Б.С. Мильнер (таблица 1) [8, 9].

Все вышесказанное позволяет определить «жизненный цикл предприятия» как количественно ограниченный набор стадий или состояний, в рамках которых находится предприятие в течение своего существования и развития.

Применительно к функционированию бизнес-организации традиционно выделяют следующие стадии жизненного цикла:

- стадия создания, на которой формируется необходимый ресурсный базис в рамках кристаллизуемой организационной структуры, определяется ассортимент продукции и технологии для ее производства, возникают соответствующие связи с ключевыми контрагентами;
- стадия роста, на которой достигается необходимый уровень специализации, создаются формальные коммуникации, расширяются объемы производства и увеличивается штат сотрудников, совершенствуется организационная культура предприятия;
- стадия зрелости, на которой бизнес-организация получает максимальный эффект от предыдущих стадий, прежде всего, экономический эффект;
- стадия кризиса, на которой истощается ресурсная база, традиционные методы деятельности и руководства начинают терять свою эффективность из-за прогрессирующего несоответствия активно изменяющейся внешней среде.

Определение сущности понятия «жизненный цикл предприятия»

Table 1.

Definition of the essence of the concept of «enterprise life cycle»

Автор Author	Определение Definition
«Жизненный цикл предприятия» как совокупность стадий, этапов деятельности Enterprise Life Cycle as a set of stages, stages of activity	
С.В. Корягина S.V. Koryagina	Совокупность стадий, представляющая собой законченный круг развития предприятия в течение определенной эволюции, после которой направления деятельности могут принципиально меняться A set of stages, which represents a complete circle of enterprise development during a certain evolution, after which the directions of activity can fundamentally change.
Л.А. Лигоненко L.A. Ligonenko	Совокупность стадий, которые проходит предприятие в ходе своей жизнедеятельности от создания до ликвидации, каждая из которых характеризуется определенной системой стратегических целей и задач, особенностями формирования ресурсного потенциала, достигнутыми результатами функционирования A set of stages that the enterprise goes through in the course of its life activities from creation to liquidation, each of which is characterized by a certain system of strategic goals and objectives, peculiarities of resource potential formation, and the results of its functioning.
Г.А. Козаченко G.A. Kozachenko	Совокупность этапов деятельности системы, последовательно сменяющие друг друга, и каждый из которых характеризуется определенной целью деятельности и состоянием как большой производственно-финансовой системы в целом, так и ее структурных единиц; особой формой организационного механизма, реализующего достижения стратегических и оперативных целей деятельности системы The aggregate of stages of the system's activity, successively succeeding each other, and each of which is characterized by a certain goal of activity and the state of both the large production and financial system as a whole and its structural units; a special form of organizational mechanism implementing the achievement of strategic and operational goals of the system's activity.
А.В. Никулина A.V. Nikulina	Последовательность изменяемых периодов, в которых предприятие принципиально трансформирует ценностные установки и управленческие задачи, обеспечивающие переход на новый уровень развития A sequence of changing periods in which the enterprise fundamentally transforms its values and management tasks, ensuring the transition to a new level of development
«Жизненный цикл предприятия» как период времени Enterprise Life Cycle as a period of time	
И.А. Бланк I.A. Blank	Общий период времени от начала деятельности предприятия до природного прекращения его существования или возрождения на новой основе (с новым составом собственников и менеджеров, с принципиально новой продукцией, технологии и т. д.) The total period of time from the beginning of the company's activity to the natural termination of its existence or revival on a new basis (with a new composition of owners and managers, with fundamentally new products, technology, etc.).
П.К. Власов P.K. Vlasov	Содержательный временной срез, отражающий структуру системных параметров организации Content time slice, reflecting the structure of system parameters of the organization
О.Ю. Фирстова O.Y. Firstova	Очерченный во времени период деятельности предприятия, в течение которого оно проходит определенные этапы развития The period of activity of the enterprise, during which it passes certain stages of development, outlined in time
«Жизненный цикл предприятия» как последовательные изменения Enterprise Life Cycle as changes	
Н.В. Родионова N.V. Rodionova	Последовательные изменения в развитии любого предприятия, которые могут отличаться скоростью течения и амплитудой уровня развития Consistent changes in the development of any enterprise, which may differ in the speed of the current and the amplitude of the development level
Б.З. Мильнер B.Z. Milner	Предполагаемые изменения деятельности предприятия, происходящие в течение определенного периода времени и характеризующиеся сменой последовательностью состояний Estimated changes in the activity of the enterprise that occur during a certain period of time and are characterized by a change in the sequence of states

Для выявления признаков кризиса руководство бизнес-организации должно своевременно выявлять изменения внешней среды, которые негативно влияют на экономическую эффективность предприятия и устранение которых невозможно без реструктуризации и реорганизации предприятия. Также система контроля развития бизнес-организации должна осуществлять мониторинг достижения целей и выполнения задач, которые были ранее установлены для решения проблем, требующих реорганизации [9].

В зависимости от того, на какой стадии жизненного цикла находится бизнес-организация, необходимо акцентировать внимание на различных аспектах ее финансово-экономической деятельности. Так, на начальных стадиях жизненного цикла необходимо усиление контроля расходов, а на стадии зрелости основным должен быть контроль и прогнозирование доходов для своевременной адаптации к изменениям в конкурентной среде [10].

Развитие бизнес-организации заключается в обеспечении перехода с первой и второй стадий до третьей, и максимально долгого удержания на ней (стадии зрелости) со своевременным выявлением признаков четвертой стадии (кризиса) с целью ее предотвращения путем осуществления целенаправленной реструктуризации, возврата на вторую стадию, диверсификации или перехода на новый жизненный цикл. В любом случае в данной стадии требуется привлечение и концентрация весьма значительных финансовых средств, что обуславливает необходимость в повышенном внимании к финансовому менеджменту фирмы [11].

Таким образом, на каждой стадии развития существуют свои ключевые аспекты, на которых должно быть сосредоточено внимание руководства для достижения и удержания положительных финансово-экономических характеристик. Так, на стадии создания наиболее

актуальными являются вопросы, составляющие основу для дальнейшего развития – такие, как активный поиск источников финансирования, формирования соответствующих активов

с использованием наиболее рациональных форм (собственность, аренда, лизинг), создание коллектива, формирование первичной стратегии и, возможно, миссии (таблица 2).

Таблица 2.
Стадии жизненного цикла бизнес-организации и финансово-экономические приоритеты управления

Table 2.

Business organization life cycle stages and financial and economic management priorities

Стадии жизненного цикла Life Cycle Stages	Финансово-экономические приоритеты Financial and economic priorities
Создание Creation	Акцент внимания концентрируется на необходимости формирования активов, интенсивном поиске источников финансирования. Происходит опережающий темп роста активов над полученными результатами The focus is on the need to form assets, intensive search for sources of financing. The growth rate of assets is faster than the results obtained.
Рост Growth	Для достижения положительных финансово-экономических показателей необходимо достичь роста финансовых результатов, повышения отдачи от активов, опережающего темпа роста результатов над активами. Цель – получение максимальной прибыли за счет роста рыночной доли и роста рентабельности продаж In order to achieve positive financial and economic indicators it is necessary to achieve the growth of financial results, increase the return on assets, outpacing the growth rate of results over assets. The aim is to obtain maximum profit through the growth of market share and growth of sales profitability.
Зрелость Maturity	Поддержание положительных финансово-экономических показателей происходит за счет более жесткого контроля над расходами. Целевым ориентиром является рентабельность капитала, в частности, собственного. Цель – удерживать баланс между экономической прибылью и денежным потоком. Значительное внимание уделяется бюджетированию The positive financial and economic indicators are maintained through stricter control over expenditures. The target guideline is the profitability of capital, in particular its own. The goal is to maintain a balance between economic profit and cash flow. Considerable attention is paid to budgeting.
Кризис Crisis	Жесткая регламентация финансово-экономических показателей и их соблюдение. Попытки сокращения расходов по формальным признакам. Неуправляемый рост административных и других непроизводительных расходов Strict regulation of financial and economic indicators and their compliance. Attempts to reduce costs by formal attributes. Unmanaged growth of administrative and other non-productive expenses

Данное соответствие стадий жизненного цикла и финансово-экономических приоритетов дает основания для разработки системы финансово-экономических показателей и формирования границ допустимых их колебаний в пределах каждой стадии. Это вызвано тем, что поддерживать устойчивое финансовое положение

необходимо за счет контроля различных аспектов деятельности предприятия в соответствии со стадиями жизненного цикла. Основные финансово-экономические показатели, требующие, по нашему мнению, усиленного контроля на каждой из стадий жизненного цикла, сведены в таблице 3.

Таблица 3.
Показатели, которые требуют контроля в соответствии со стадиями жизненного цикла предприятия

Table 3.

Indicators that require control in accordance with the life cycle stages of the enterprise

Стадия жизненного цикла Life Cycle Stage	Группа показателей Indicator Group	Финансово-экономические показатели Financial and economic indicators
1	2	3
Создание Creation	Показатели формирования источников финансирования Indicators of formation of financing sources	Общий объем капитала Total capital volume Динамика роста собственных и заемных средств Growth dynamics of own and borrowed funds
	Показатели состава и структуры активов Composition and structure of assets	Показатели имущества производственного назначения Indicators of industrial property Показатели динамики роста активов Asset growth dynamics indicators
Рост Growth	Показатели деловой активности Business performance Показатели структуры капитала Capital structure indicators	Оборачиваемость активов, оборачиваемость оборотных средств, фондоотдача. Акцент внимания - позитивная динамика значений показателей Turnover of assets, turnover turnover of current assets, cash flow. Focus - positive dynamics of indicators values
	Показатели рентабельности Indicators of profitability Показатели финансовой устойчивости Financial sustainability indicators	Рентабельность активов, рентабельность продукции, соотношение собственных и заемных средств Return on assets, product profitability, equity/debt ratio

1	2	
Зрелость Maturity	Показатели рентабельности Indicators of profitability	Маржинальная прибыль. Запас финансовой прочности. Платежеспособность. Margin profit. Reserve of financial strength. Solvency.
	Показатели маржинального анализа Margin analysis indicators	Контроль за соотношением предельных издержек и предельного дохода Control over the ratio of marginal costs to marginal income
	Показатели финансовой устойчивости Financial sustainability indicators Показатели ликвидности Liquidity indicators	Показатели ликвидности (текущей и критической). Indicators of liquidity (current and critical). Показатели финансового и операционного левеиджа. Financial and operational leverage indicators.
Кризис Crisis	Показатели расходов Cost Indicators	Интегральные показатели финансово-экономического состояния с использованием моделей комплексной диагностики Integral indicators of the financial and economic condition with the use of complex diagnostic models
	Показатели платежеспособности Solvency indicators Показатели финансовой устойчивости Financial sustainability indicators	Жесткий контроль за динамикой расходов (производственных и накладных) строго в соответствии с динамикой финансовых поступлений. Показатели достаточности чистого денежного потока Strict control over the dynamics of expenses (production and waybills) strictly in accordance with the dynamics of financial income. Indicators of net cash flow sufficiency

Анализ данных таблицы 3 позволяет заключить, что главным на стадии создания является формирование активов предприятия, которое должно происходить высокими темпами, а отдача от денег, вложенных в активы, будет происходить на следующих стадиях. Поэтому показатели эффективности, характеризующие соотношение результатов к затратам на данной стадии развития, не могут быть показательными. Это же касается и показателей прибыльности (рентабельности) и оборачиваемости.

Стадия роста требует от предприятия максимизации его рыночной доли, которое должно сопровождаться стремительным ростом показателей оборачиваемости всех видов активов предприятия. Значения показателей в динамике растут, ведь идет наращивание экономического потенциала предприятия за счет более интенсивной загрузки активов. На этой стадии объектом диагностики и контроля в большей степени является темп роста показателей, чем их абсолютные значения. На стадии роста предприятие может пересмотреть и расширить предмет деятельности, что потребует дополнительного основного и оборотного капитала. При этом необходимо желаемый рост рассматривать через призму закона диалектики о переходе от количества к качеству, что конкретизируется по-разному для каждого явления, процесса и вида деятельности. Важным является переход на новый уровень профессионального менеджмента, новую систему управления, которая будет способна привлекать, организовывать работу, мотивировать и удерживать квалифицированный персонал, ускорит процесс прохождения точки безубыточности и получения прибыли, размер которой начнет увеличиваться [12].

На стадии зрелости предприятие выходит на новый уровень развития, оптимизировав виды деятельности, овладев собственной рыночной нишей и построив новую систему

управления. Стадия зрелости сопровождается максимальной загруженностью активов предприятия и их практически полным использованием. Значительных темпов роста этих показателей не наблюдается, поскольку объемы производства практически соответствуют мощности оборудования и на этой стадии важным является контроль за поддержанием уровня их оптимальных значений. Контролю подлежит также удержание рыночной доли предприятия, использование оборотных активов с целью оптимизации размера товарных запасов и дебиторской задолженности, поскольку есть риск их чрезмерного роста по отношению к динамике объемов реализации.

На этой стадии деловая активность должна быть направлена на повышение эффективности всех видов деятельности предприятия, разработку и реализацию социальных и экологических программ, укрепление корпоративной культуры и интеграционных процессов с возможным последующим переходом к более привлекательной организационной форме хозяйствования [13]. Для продления стадии зрелости важно постоянное внедрение инноваций на всех направлениях развития предприятия. Как только коллектив предприятия теряет интерес к инновационным изменениям, наступает стадия кризиса, которая характеризуется снижением спроса на основные виды продукции, падением доходов от операционной деятельности и ослаблением рыночных позиций. Возникает насущная необходимость поиска новых возможностей, сфер предпринимательства, сокращение условно-постоянных затрат с целью сохранения необходимого уровня доходов. Неэффективными становятся действующая система управления и устаревшие технологии в производственном секторе. Возникают проблемы содержания высококвалифицированных кадров, что приводит к необходимости пересмотра стратегии развития

предприятия в целом и его структурных подразделений в частности, поиска креативных решений по «перезагрузке» производства, изменения направлений деятельности[14].

Как свидетельствует практический опыт, немногие компании в состоянии обеспечить активную жизнеспособность и продолжить свою эффективную бизнес-деятельность на стадиях роста и зрелости с последующим переходом к новому циклу. Этому, на наш взгляд, есть несколько причин:

1) руководители не в состоянии определить приближение предприятия к стадии зрелости;

2) психологическая сложность на стадии зрелости заставить топ-менеджмент работать над новой бизнес-идеей;

3) процесс разработки новой идеи связан со сложностями и далеко не всегда может гарантировать успех.

При условии, если предприятие способно преодолеть указанные сложности, то стадия кризиса может отсутствовать в течение значительного периода времени за счет внутренних преобразований.

Но период кризиса, как правило, наступает вследствие отсутствия в арсенале менеджмента подобных мер. Постепенно растет мощь конкурентов, параллельно с этим предприятие пренебрегает инновационными внедрениями, пытается поддерживать баланс денежного потока. Эту стадию можно считать началом развития будущего кризиса на предприятии, поэтому актуальным здесь можно считать жесткий контроль за показателями всех видов расходов, особенно

по тем, которые имеют непродуктивный характер [15]. Антикризисный менеджмент на стадии кризиса обязательно должен ориентироваться на доминанту финансового контроля. Это связано с тем, что кризисные явления начинаются незаметно, а свое проявление всегда находят в отсутствии чистого денежного потока и неспособностью рассчитаться вовремя по начисленным обязательствам. Таким образом, локальный финансовый кризис может возникнуть на любой стадии жизненного цикла.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

1) в статье предложены ключевые финансово-экономические приоритеты для поддержания устойчивого состояния предприятия в пределах каждой стадии;

2) опираясь на финансово-экономические приоритеты, уточнен перечень финансово-экономических показателей, которые являются центром внимания на соответствующих стадиях жизненного цикла предприятия (организации).

Заключение

Исходя из значений финансово-экономических показателей и их динамики, можно, во-первых, способствовать более точной диагностике стадии жизненного цикла бизнес-организации; во-вторых, повысить эффективность деятельности бизнес-организации на каждой стадии, корректируя значения показателей в пределах оптимальных диапазонов, применяя адекватные управленческие воздействия.

Литература

- 1 Adizes I. «Managing Corporate Life Cycles» Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1999. 57 p.
- 2 Adizes I. Corporate Lifecycles: how and why corporations grow and die and what to do about it, Prentice-hall, 1988. 384 p.
- 3 Greiner L. Evolution and revolution as organization grow // Harvard Business Review. 1972. V. 50. № 4. P. 37 – 46.
- 4 Никулина О.В. Управление инновационным развитием предприятия: монография. Краснодар: Экоинвест, 2009. 170 с.
- 5 Лигоненко Л.А. Антикризисное управление предприятием: теоретико-методологические основы и практический инструментарий: монография. Киев: КНЭУ, 2001. 580 с.
- 6 Бланк И.А. Управление активами. М.: Ника-Центр, 2010. 720 с.
- 7 Власов П.К. Внутриорганизационное обеспечение менеджмента. Психология менеджмента. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ, 2000. С. 98-116.
- 8 Родионова Н. В. Антикризисный менеджмент. Москва: Юнити-Дана, 2001. 223 с.
- 9 Мильнер Б. З. Теория организации. Москва: Инфра-М, 2002. 558 с.
- 10 Саликов Ю.А., Проблемы и возможности совершенствования концепции сбалансированного развития бизнес-организаций // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 4(70). С. 391-403.
- 11 Адизес И. Как преодолеть кризисы менеджмента. Диагностика и решение управленческих проблем. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2015. 320 с.
- 12 Miller D., Friesen P.H. A longitudinal study of the corporate life cycle // Management Science. 1984. V. 30. №10. P. 1161–1183.
- 13 Hanks S.H. The organization life-cycle: Integrating content and process // Journal of Small Business Strategy. 1990. №1. P.1–13.
- 14 Саликов Ю.А., Кривцова Н.Н. Теоретические аспекты сущности ресурсов развития промышленного предприятия. Перспективы и проблемы инновационного развития социально-экономических систем. Материалы VII национальной научно-практической конференции научных сотрудников, специалистов, преподавателей, аспирантов. 2019. С. 53-55.
- 15 Khorev A.I., Salikov Y.A., Serebryakova N.A. Conceptual features of the balanced development of business organizations // Asian Social Science. 2015. V. 20. P. 22-28.

References

- 1 Adizes I. «Managing Corporate Life Cycles» Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1999, 57 p.
- 2 Adizes I. Corporate Lifecycles: how and why corporations grow and die and what to do about it. Prentice-hall, 1988. 384 p.
- 3 Greiner L. Evolution and Revolution as Organizations Grow. Harvard Business Review. 1972. pp. 37-46.
- 4 Nikulina O.V. Management of enterprise innovative development: monograph. Krasnodar, Ekoinvest, 2009. 170 p. (in Russian)
- 5 Ligonenko L.O. Enterprise anti-crisis management: theoretical and methodological principles and practical tools: monograph. Kyiv, KNEU. 2001. 580 p. (in Russian)
- 6 Blank I.A. Asset management. Moscow, Nika-Center, 2010. 720 p. (in Russian)
- 7 Vlasov P.K. Intra-organizational management support. Psychology of Management. Saint-Petersburg, St. Petersburg State University Publishing House, 2000. pp. 98-116. (in Russian)
- 8 Rodionova N.V. Anti-crisis management: a training manual. Moscow: Unity-Dana, 2001. 223 p. (in Russian)
- 9 Milner B.Z. Theory of organization: 3rd ed., interchange, additional Moscow: Infra-M, 2002. 558 p. (in Russian)
- 10 Salikov Y.A. Problems and opportunities to improve the concept of balanced development of business organizations. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2016. no. 4(70). pp. 391-403. (in Russian) <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-391-403>
- 11 Adizes I. How to overcome management crises. Diagnosis and Solution of Management Problems. Moscow, Mann, Ivanov and Ferber, 2015. 320 p. (in Russian)
- 12 Miller D., Friesen P.H. A longitudinal study of the corporate life cycle. Management Science. 1984. vol. 30. no.10. pp. 1161-1183.
- 13 Hanks S.H. The organization life-cycle: Integrating content and process. Journal of Small Business Strategy. 1990. no.1. pp.1-13.
- 14 Salikov Yu.A., Krivtsova N.N. Theoretical aspects of the essence of resources of industrial enterprise development. Prospects and problems of innovative development of social and economic systems. Proceedings of VII National Scientific and Practical Conference of Researchers, Specialists, Teachers, Postgraduate Students. 2019. pp. 53-55. (in Russian)
- 15 Khorev A.I., Salikov Y.A., Serebryakova N.A. Conceptual features of the balanced development of business organizations. Asian Social Science. 2015. vol. 20. pp. 22-28.

Сведения об авторах

Юрий А. Саликов д.э.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, saural@rambler.ru

Надежда Н. Кривцова старший преподаватель, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, titovanadya2012@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1323-6584>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Yurii A. Salikov Dr. Sci. (Econ.), professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, saural@rambler.ru

Nadezhda N. Krivtsova senior teacher, economic security and financial monitoring department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, titovanadya2012@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1323-6584>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 29/04/2020	После редакции 11/05/2020	Принята в печать 30/07/2020
Received 29/04/2020	Accepted in revised 11/05/2020	Accepted 30/07/2020

Торговля – инфраструктурный элемент по доставке рыбы потребителям в России

Светлана М. Рыжкова¹ smr.market@vniiesh.ru  0000-0002-1908-0747

Валентина М. Кручинина¹ vmk.market@vniiesh.ru  0000-0003-0811-796X

¹ Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства, Хорошевское шоссе, 35/2, г. Москва, 123007, Россия

Аннотация. В России для успешного развития рыболовства и рыбоводства имеется природная база: выход к морям и океанам, значительная площадь внутренних водоемов: реки и озера. При этом распределение рыбных ресурсов очень неравномерно: в некоторых районах ресурсы намного превышают потребности местного населения, в то время как другие могут не иметь прямого доступа к рыбным запасам. Поэтому торговля играет важную роль в достижении более равномерного перераспределения рыбы по всей стране и является важным элементом рыночной экономики, рыночного обмена, одним из индикаторов благополучия экономики на микро-, макро- и мезоуровнях. Цель исследования — изучение торговли как важного инфраструктурного элемента по доставке рыбы и морепродуктов конечному потребителю. Была оценена товарная структура оборота и запасы оптовой и розничной торговли, покупательская способность среднедушевых денежных доходов населения, роль и возможности потребительской кооперации Центросоюза в маркетинговой цепочке по доставке рыбы и морепродуктов конечному потребителю. Методы: сравнения и научного анализа, индуктивный и дедуктивный, монографический помогли наметить проблемы и пути развития торговли. Для стимулирования сбыта рыбы и продуктов ее переработки, необходимо развивать все виды торговли, в том числе оптовую и розничную, а также создавать биржи, электронные площадки и использовать любые другие современные маркетинговые каналы реализации. Необходима многопрофильная система товародвижения для перераспределения межрегиональных грузопотоков «восток—запад» и «север—юг» и развитие основных транспортных направлений: широтных, меридианных и диагональных, для доставки рыбы и морепродуктов из регионов вылова к месту потребления.

Ключевые слова: торговля, оптовая и розничная торговля, биржи, рыба и морепродукты, торговые запасы, структура торгового оборота, потребительские цены, качество рыбных товаров, инфраструктура, дорожная сеть

Trade-an infrastructure element for delivering fish to consumers in Russia

Svetlana M. Ryzhkova¹ smr.market@vniiesh.ru  0000-0002-1908-0747

Valentina M. Kruchinina¹ vmk.market@vniiesh.ru  0000-0003-0811-796X

¹ All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Khoroshevskoe shosse, 35, korp. 2, Moscow, Russia

Abstract. In Russia, for the successful development of fishing and fish farming, there is a natural base: access to the seas and oceans, a significant area of internal reservoirs: rivers and lakes. However, the distribution of fish resources is very uneven: in some areas, resources far exceed the needs of the local population, while others may not have direct access to fish stocks. Therefore, trade plays an important role in achieving a more even distribution of fish throughout the country and is an important element of the market economy, market exchange, and one of the indicators of the well-being of the economy at the micro, macro, and meso levels. The purpose of the study is to study trade as an important infrastructure element for the delivery of fish and seafood to the final consumer. Was a valued commodity structure of sales and inventory of wholesale and retail trade, purchasing power per capita monetary income of the population, the role and potential of consumer cooperatives Centrosoyuz in the marketing chain for the delivery of fish and seafood to the final consumer. Methods: comparison and scientific analysis, inductive and deductive, monographic helped to outline the problems and ways of trade development. To promote the sale of fish and its processed products, it is necessary to develop all types of trade, including wholesale and retail, as well as create exchanges, electronic platforms and use any other modern marketing channels. A multi-disciplinary system of commodity movement is needed for the redistribution of inter-regional cargo flows "East-West" and "North-South" and the development of the main transport directions: latitudinal, meridional and diagonal, for the delivery of fish and seafood from the catch regions to the place of consumption.

Keywords: trade, wholesale and retail trade, exchanges, fish and seafood, trade stocks, structure of trade turnover, consumer prices, quality of fish products, infrastructure, road network

Введение

Торговля рыбой происходит с незапамятных времен и является общей традицией для всех государств. Это относится и к России. Географическое положение страны – выход к трем океанам (Северному Ледовитому, Атлантическому и Тихому), множественные внутренние источники (озера, реки, водохранилища, пруды) – превратили рыболовство и рыбоводство в сложившийся промысел в российской экономике [1].

Распределение рыбных ресурсов в России очень неравномерно. В некоторых районах ресурсы намного превышают потребности местного населения, в то время как другие могут не иметь прямого доступа к рыбным запасам. Это означает, что торговля должна сыграть свою роль в достижении более равномерного распределения рыбы по всей стране, где учитывается вся маркетинговая цепочка.

Для цитирования

Рыжкова С.М., Кручинина В.М. Торговля – инфраструктурный элемент по доставке рыбы потребителям в России // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 253–260. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-253-260

For citation

Ryzhkova S.M., Kruchinina V.M. Trade-an infrastructure element for delivering fish to consumers in Russia. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 253–260. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-253-260

Торговля является важным элементом рыночной экономики, рыночного обмена, одним из индикаторов благополучия экономики на микро-, макро- и мезоуровнях. Торговля занимает центральное место в теории экономической динамики Н.Д. Кондратьева, который указывал, что «в благоприятный период хозяйственной жизни наблюдается повышение цен, расширение производства, расширение товарных оборотов, повышение доходов и т. д. Наоборот, в неблагоприятный период наблюдается как раз обратное изменение этих элементов» [2].

Русский экономист-теоретик В.Я. Железнов считал, что торговая деятельность является «необходимым членом в цепи хозяйственных отношений обществ, построенных на принципах разделения труда и товарного обмена». Под торговлей В.Я. Железнов понимал «действия, имеющие целью передачу готовых уже товаров из рук производителей в руки потребителей, причем в общественном разделении труда торговля занимает свое самостоятельное место, наряду с другими отраслями хозяйственной деятельности – транспортом, кредитом, промышленностью». Он различал «два главных вида: торговлю оптовую – торговые отношения между производителем и одним или несколькими торговыми посредниками; торговлю розничную – торговые отношения между производителем или торговыми посредниками и потребителем». [3].

В современном мире частью глобального рынка рыбы и морепродуктов является международная торговля, на которую оказывают существенное влияние транспортная инфраструктура (автомобильные, железные дороги, аэропорты, морские порты и т. д.) и услуги, предоставляемые сектором транспорта и логистики, и телекоммуникационные сети и услуги, предоставляемые в таких сетях. Либерализация норм и правил торговли позволяет свести к минимуму издержки торговли и обеспечить доступ к рынкам, тем самым полнее удовлетворить потребности населения.

Цель работы – изучение торговли как важного инфраструктурного элемента по доставке рыбы и морепродуктов конечному потребителю. Исследована товарная структура оборота и запасы оптовой и розничной торговли, покупательская способность среднестатистических денежных доходов населения, роль и возможности потребительской кооперации Центросоюза в маркетинговой цепочке по доставке рыбы и морепродуктов конечному потребителю.

Материалы и методы

Данные статистических сборников Федеральной службы государственной статистики, Отчеты об основных показателях социально-экономической деятельности потребительских

союзов, входящих в состав Центросоюза Российской Федерации, научные статьи, монографии по теме, которые были размещены в электронном виде или в печатных периодических изданиях, а также методы: сравнения и научного анализа, индуктивный и дедуктивный, монографический, позволили обозначить проблемы и перспективы развития торговли как инфраструктурного элемента по доставке рыбы и морепродуктов потребителям в России. Необходимо развивать все виды торговли, в том числе оптовую и розничную, для стимулирования сбыта рыбы и продуктов ее переработки, а также создавать биржи, электронные площадки и использовать любые другие современные маркетинговые каналы реализации.

Результаты

Торговля предоставляет потребителям возможности пользоваться большим разнообразием товаров, является существенным фактором повышения уровня жизни и обеспечения занятости. Широкое использование холодильного оборудования, а также улучшение транспорта и связи способствовали значительному расширению этой сферы экономики [4].

Торговая деятельность (вид предпринимательства, связанный с приобретением и продажей товаров) регулируется Федеральным законом от 28.12.2009 г. «Об основах государственного регулирования торговой деятельности в Российской Федерации» № 381-ФЗ. В законе торговля в зависимости от целей приобретения, продажи и использования товаров подразделяется на оптовую торговлю и розничную. Эти виды торговли – конечные этапы распространения товаров. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 51303–2013 «Торговля. Термины и определения» вводит понятие «оптово-розничная торговля» как «совмещение двух видов торговой деятельности: оптовой и розничной».

Для развития рынка рыбы и продуктов ее переработки имеют значение оба вида торговли. Однако оптовый товарооборот занимает особое место в инфраструктурной цепочке по продвижению рыбы к потребителю. Оптовая торговля является промежуточным звеном реализации товаров, когда товары закупаются и реализуются большими партиями для последующей перепродажи или производственных целей. Она плотно связана как с производственным, так и потребительским секторами экономики. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности ОК 029–2014 (КДЕС Ред. 2) в разделе G определяет, что оптовые торговцы часто сами собирают,

сортируют и приводят в надлежащий вид товары в больших партиях, разбивают крупные, переупаковывают в более мелкие партии, а также хранят, охлаждают, доставляют и устанавливают товары, стимулируют сбыт и создают торговые марки.

Одним из важных товаров торговой деятельности выступает рыба и морепродукты. В последние десятилетия оборот оптовой торговли стремительно растет. Так, за период с 2000 г. по 2019 г. общий оптовый оборот в стране вырос почти в 20 раз с 4256,8 до 84204,3 млрд руб., в т. ч. организаций оптовой торговли за этот же период увеличился более чем в 21 раз – с 3133,7 до 66267,7 млрд руб. Складская площадь в организациях оптовой торговли в 2019 г. по сравнению с предыдущим годом выросла на 14,5%, а складской объем – на 7,8%. Источниками поступления товаров в I кв. 2020 г. были производители (66%), оптовые и оптово-посреднические организации (31%) и прочие организации (3%). По данным Федеральной службы государственной статистики основными каналами реализации для организаций оптовой торговли выступают производители (17%), оптовые и оптово-посреднические организации (54%) и организации розничной торговли (19%). Оптовое звено реализует лишь 2% товаров физическим лицам.

В товарной структуре оборота оптовой торговли рыба, ракообразные и моллюски занимали в 2018 г. долю в 0,7%, что в 2 раза ниже

доли мяса (включая мясо птицы). Однако доля рыбы и морепродуктов в этом торговом звене была выше доли фруктов, овощей, картофеля и орехов (0,6%). Что касается позиции в группе «пищевые продукты», то доля рыбы и ракообразных составляла 3,8%, опережая плодоовощные продукты, но также уступая мясу (7,1%), продуктам из мяса (4,2%), молочным продуктам (6,8%), сахару и кондитерским изделиям (8,4%).

В России ведущими районами добычи рыбы являются Приморский край, Камчатка, побережья Южного Сахалина и Охотского моря, Амурский лиман, т. е. Тихоокеанский бассейн. Основная же масса потребителей расположена в европейской части [1]. Поэтому учитывая удаленность мест добычи рыбы и морепродуктов от мест потребления, запасы данных видов товаров в оптовом звене обеспечивают равномерное и непрерывное поступление рыбы и продуктов ее переработки в розницу, а значит и к конечному потребителю. Так, по запасам рыба и рыбные продукты переработанные занимают третье место после сахара и кондитерских изделий. В 2019 г. рыбные запасы в организациях оптовой торговли выросли по сравнению с 2018 г. на 44,3%, а в сравнении с 2010 г. – в 3 раза. Эта тенденция характерна и для рыбных консервов. Однако в отличие от запасов рыбы, которые растут стабильно, запасы рыбных консервов имеют неустойчивую тенденцию роста (таблица 1).

Таблица 1.

Запасы в организациях оптовой торговли отдельных видов продовольственных товаров, тыс. т

Table 1.

Stocks in wholesale organizations of certain types of food products, thousand tons

Показатели Indicators	Годы Years					2019 к 2018 г., % 2019 to 2018, %
	2010	2015	2017	2018	2019	
Мясо и мясо птицы, кроме субпродуктов Meat and poultry, other than offal	57,6	112	97,1	83,3	101,0	121,2
Изделия колбасные Sausage products	4,8	7,7	6,0	7,9	9,0	113,0
Консервы мясные, муб. Canned meat, MUB.	14,8	20,5	18,8	14,1	14,5	102,8
Сыры Cheeses	9,4	1,08	15,5	12,4	10,0	14,5
Масла растительные Vegetable oils	30,5	25,5	43,4	79,4	58,1	73,2
Сахар Sugar	268,0	160,0	251,0	232,0	789,0	3,4 р.
Кондитерские изделия Confectionery	68,6	102,0	64,2	107,0	145,0	135,5
Мука Flour	44,0	28,5	31,8	26,0	24,4	93,8
Крупа Cereal	51,7	55,8	42,0	56,3	53,0	94,1
Изделия макаронные Macaroni products	10,9	19,5	11,1	12,9	16,2	125,6
Рыба и продукты рыбные переработанные (без рыбных консервов), т Processed fish and fish products (without canned fish), ton	36,2	59,2	52,7	76,2	110,0	144,3
Консервы рыбные, муб. Canned fish, MUB.	18,0	10,9	10,4	15,4	37,0	2,4 р.

Оптовая торговля регулирует региональные и отраслевые рынки рыбы и морепродуктов с помощью накопления и перемещения товаров. Она осуществляется с использованием складских помещений и транзитом, когда оптовая организация реализует рыбные товары, минуя свои склады. При транзитных поставках оптовое звено оказывает посреднические услуги, а товары поставляются напрямую покупателям. При этой форме торговли, с одной стороны, ускоряется продвижение товаров в розничную сеть, снижается объем складских и транспортно-экспедиционных операций, но с другой – происходит образование сверхнормативных запасов товаров в розничном звене товародвижения.

Помощником в решении текущих задач и накопившихся проблем в рыбной отрасли может стать цифровая экономика. Развитие современных информационных коммуникаций позволяет сократить расстояния и снизить транспортные расходы и транзакционные издержки [5]. В развитых странах для этого используют биржевую торговлю. В России такой вид оптовой торговли как биржевая торговля не получил должного развития. На 01.01.2020 г. в России насчитывалось 5 бирж, что в 9 раз меньше их количества в 2000 г. Число проведенных торгов в 2019 г. составило 1,1 тыс., что уступает показателю 2000 г. (2,6 тыс.). Однако число заключенных сделок с реальным товаром многократно увеличилось в 2019 г. по сравнению с 2000 г. (почти в 21 раз) – 204, 8 тыс. и 9,8 тыс. соответственно.

В 2018 г. на биржах продано всего 97 т рыбы и морепродуктов, что составляет 30,1% от уровня 2017 г. Этот вид товара не является характерным для биржевой торговли в России. Так, в 2010 г. с помощью бирж было продано 2 т рыбы и морепродуктов, в 2016 г. – 5 т, а в 2015 г. биржевая торговля данными товарами вообще не осуществлялась. Для сравнения – в 2018 г. на биржах реализовано 4857,8 тыс. т хлебных злаков.

Международный опыт показывает, что система электронной торговли рыбой может быть выгодна рыбакам. К примеру, в Норвегии она используется для защиты интересов рыбаков от давления со стороны переработчиков рыбы, которые устанавливали цены и условия поставки.

Так, Fish Pool – международная товарная биржа, расположенная в Бергене (Норвегия), торгует фьючерсными контрактами на лосося. Торговля в рыбном пуле началась в мае 2006 г. Объемы, реализуемые на бирже, составляют примерно 10–15% годового производства выращиваемого атлантического лосося в Норвегии.

Цены на этот товар очень изменчивы и представляют постоянный риск для всех вовлеченных сторон. Отсутствие предсказуемости мешает покупателям и продавцам планировать свои инвестиции и операционную деятельность в долгосрочной перспективе. Промышленность нуждается в инструменте для управления рисками, который может обеспечить лучшую прогнозируемость для прибыли и в то же время предложить гибкость, необходимую для торговли данным биологическим продуктом [6].

Основной целью биржи является содействие управлению риском спотовых цен (цена, по которой продается реальный товар в данное время и в данном месте на условиях немедленной поставки) на лосося. Лососевые фермеры (продавцы выращенного лосося) и переработчики (покупатели лосося) являются примерами организаций, которые используют фьючерсные контракты для управления риском спотовых цен на лосося.

Такие контракты представляют собой финансовый инструмент, который работает независимо от физической доставки рыбы. Основа этой концепции заключается в том, что покупатель и продавец с промежуточным уровнем Fish Pool договариваются о цене и фиксированном объеме для будущей поставки. Когда срок действия контракта истекает, покупатель и продавец либо получают, либо оплатят разницу между согласованной ценой контракта и средней спотовой ценой последних месяцев (измеренной как Fish Pool Index TM) [6].

В отличие от традиционных физических контрактов финансовые контракты имеют следующие преимущества: возможность получения более стабильного и предсказуемого дохода; долгосрочная перспектива (до 2-х лет); фактическая информация о цене; возможность заключать договоры с фиксированной ценой; возможность обеспечить цену, но при этом иметь полную гибкость в отношении решений, касающихся вылова, переработки или торговли рыбой; легко и плавно входить и выходить из контрактных позиций; торговля в течение следующих двух лет независимо от вылова биомассы.

Основным каналом доведения любых товаров до потребителя является розничная торговля. В России розничная торговля осуществляется торгующими организациями и индивидуальными предпринимателями и на розничных рынках и ярмарках. Значение рынков и ярмарок снижается, что подтверждается уменьшением их доли в обороте розничной торговли. Если в 2000 г. их доля составляла 26,2% в розничном обороте, то в 2018 г. – только 5,6%.

Доля рыбы, ракообразных и моллюсков в товарной структуре оборота розничной торговли растет, но незначительно. В 2010 г. она составляла 1,9%, а с 2015 г. установилась на уровне 2,1%. Как и в оптовом звене, доля рыбы ниже, чем доля мяса и домашней птицы, а также продуктов их переработки – 3,3% и 4,1% в 2018 г. соответственно. Физический объем

розничных продаж рыбы и морепродуктов увеличивается. Например, его рост в 2018 г. по сравнению с 2000 г. достиг 65,6% (таблица 2). Объем розничной торговли этих видов продуктов составил в 2018 г. 670,5 млрд руб., что больше показателя 2017 г. на 1,9% (в сопоставимых ценах), а розничная продажа консервов из рыбы и морепродуктов равнялась 139,0 млрд руб. [1].

Таблица 2.

Индексы физического объема розничной продажи рыбы, ракообразных и моллюсков, %

Table 2.

Indices of the physical volume of retail sales of fish, crustaceans and shellfish, %

Показатели Indicator	Годы Years (1995 = 100)				Годы Years (2000 = 100)			
	2010	2016	2017	2018	2010	2016	2017	2018
Рыба, ракообразные и моллюски Fish, crustaceans and shellfish	209,3	207,5	210,6	215,0	161,1	159,8	162,2	165,6

В ассортиментной структуре розничной продажи первенство принадлежит продуктам из переработанной рыбы и морепродуктов. Так, в 2018 г. на консервы из рыбы и морепродуктов приходилось 23,2%, а на рыбу соленую, маринованную и копченую – 20,0% всех розничных

продаж. Однако прослеживается тенденция снижения их доли по сравнению с 2015 г. в пользу рыбы живой и охлажденной, рыбной икры и морепродуктов. Это отражает происходящие изменения в предпочтениях покупателей (таблица 3).

Таблица 3.

Ассортиментная структура розничной продажи рыбы и морепродуктов, в фактических ценах; в % к обороту розничной продажи товара данной группы

Table 3.

Assortment structure of retail sales of fish and seafood, in actual prices; in % of retail sales turnover of the product of this group

Показатели Indicator	Годы Years			
	2015	2016	2017	2018
Рыба, ракообразные и моллюски, из них: Fish, crustaceans and shellfish, including:	100	100	100	100
консервы из рыбы и морепродуктов canned fish and seafood	27,2	26,2	24,5	23,2
рыба живая и охлажденная live and chilled fish	9,1	9,0	9,0	9,4
рыба замороженная разделанная frozen butchered fish	6,0	6,1	7,0	6,1
рыба замороженная неразделанная fish frozen undivided	8,6	8,9	6,7	5,2
рыба соленая, маринованная, копченая salted, pickled, smoked fish	22,0	21,6	19,9	20,0
икра рыб fish caviar	9,0	9,4	8,8	9,3
морепродукты пищевые seafood food	11,0	11,1	12,0	13,2

Важное значение имеет качество рыбных товаров, поступивших на потребительский рынок, в связи с их использованием в личных, семейных, и домашних целях. К примеру, среди отобранных образцов (проб) рыбной пищевой товарной продукции (без рыбных консервов) в 2018 г. было установлено ненадлежащее качество и (или) опасность товаров в 3,3% отечественных и 4,3% импортных товаров. По сравнению с 2015 г. данные значения снизились в обоих случаях – с 8,3% по отечественной и с 19,4% по импортной рыбной продукции. В отношении качества рыбных консервов и пресервов прослеживается иная ситуация – наблюдается уменьшение некачественной продукции среди отечественных товаров этой

группы за этот же период (с 5,5 до 2,0%), и увеличение в импорте – с 0,3 до 3,0%.

В современной России рыба и иная продукция из водных биоресурсов относятся к продуктам, обеспечивающим продовольственную безопасность страны. Экономическую доступность рыбы и рыбопродуктов, т. е. возможность их приобретения в соответствии с уровнем доходов, можно проследить на основе изменения потребительских цен [7]. На рыбу и продукты ее переработки цены постоянно растут. Кроме того, в отдельные годы уровень инфляции опережает рост цен на рыбу и продукты ее переработки. Это снижает доступность данных товаров для отдельных категорий покупателей, например, пожилых людей и людей с низким достатком (таблица 4).

Таблица 4.

Индексы потребительских цен
на рыбопродукты, декабрь к декабрю
предыдущего года, %

Table 4.

Indices of consumer prices for fish products,
December to December of the previous year, %

Показатели Indicator	Годы Years				
	2010	2015	2016	2017	2018
Рыбопродукты Fish products	104,6	122,9	108,6	103,3	103,1
Уровень инфляции Rate of inflation	8,8	12,9	5,4	2,5	4,3

Другим показателем доступности продуктов из рыбы является покупательная способность среднедушевых денежных доходов населения. Так, если в 2010 г. в месяц можно было приобрести 215,5 кг рыбы замороженной (кроме лососевых пород и рыбного филе) или 216,1 кг соленой сельди, то в 2018 г. – 187,5 кг или 172,2 кг соответственно.

Хотя доля рынков в розничном обороте снизилась, но их роль в товародвижении рыбы и морепродуктов остается весомой. Например, удельный вес розничных рынков и ярмарок в общем объеме продажи рыбы, ракообразных и моллюсков в 2010 г. составлял 10,5%, снизившись до 6,4% в 2018 г. В структуре продаж товаров на розничных рынках и ярмарках рыба в 2018 г. занимала долю в 2,3% (в 2010 г. – 1,6%). Однако этот показатель несопоставим с долей мяса (13,0%) или плодоовощной продукции (12,9%) [8].

Качество рыбных товаров, реализуемых на розничных рынках, ниже, чем в общем по розничной торговле. В 2018 г. 8,7% отобранных образцов имели ненадлежащее качество, из них по причинам: отсутствия документов, подтверждающих качество и безопасность продукции – 2,7%; нарушения правил маркировки – 2,3%; нарушения правил хранения – 2,3% и нарушение сроков годности – 0,2%.

Особая роль в доведении товаров до конечных потребителей отводится торговой сфере потребительской кооперации Центросоюза РФ. Как правило, ее организации находятся в сельской местности и обслуживают сельское население. В 2018 г. на долю торговой сферы приходилось 65,5% совокупного объема деятельности организаций ЦС. Причем из 137020 млн руб. общего торгового оборота лишь 6,8% занимала оптовая торговля (9276 млн руб.).

Одним из видов деятельности организаций потребительской кооперации ЦС является промышленность, на предприятиях которой в том числе занимаются солением и копчением рыбы. В 2018 г. было произведено 2661 т соленой

и копченой рыбы, в 2019 г. – 2526 т (92,6% от 2018 г.). Лидером по производству и реализации соленой и копченой рыбы является Приволжский региональный союз, на долю которого приходится 74,7% (1888 т) всего объема ЦС. Причем Дальневосточный региональный союз производит только 37 т соленой и копченой рыбы или 1,5%, а Северо-Западный – 60 т или 2,4%. Реализация переработанной рыбы происходит через собственные магазины и общественное питание [9]. Но к большому сожалению, даже потребительские союзы, расположенные на побережье или имеющие выход к морю, не могут предложить потребителю свежую рыбу в своем ассортименте.

Для успешной торговли рыбой необходима сформированная инфраструктура, в т. ч. развитая дорожная сеть, чтобы вовремя обеспечить качественной рыбой и морепродуктами население страны и нивелировать негативные последствия неравномерного распределения рыбных ресурсов в России и дальность расстояний между ведущими районами вылова и регионами потребления.

В России основные грузоперевозки производятся с использованием железнодорожного, автомобильного и водного видов транспорта. Эксплуатационная длина железнодорожных путей общего пользования в 2019 г. выросла незначительно по сравнению с 2000 г. – на 1,0%. И также медленно увеличивается протяженность внутренних судоходных путей – с 84,6 тыс. км в 2000 г. до 101,6 тыс. км в 2019 г. или на 20,1%.

Более быстрыми темпами растет протяженность автомобильных дорог общего пользования – за этот же период их рост составил 2,6 раз. Однако 55,8% автодорог регионального или межмуниципального значения и 48% местного значения не отвечают нормативным требованиям. Кроме того, в стране мало скоростных трасс. Так, в России их протяженность составляет 2300 км, что в 62 раза меньше, чем, например, в Китае – 142500 км.

Обсуждение

Наличие качественной дорожной сети повышает уровень производительности как в экономике в целом так и по отдельным отраслям и снижает затраты торговых организаций, увеличивая оборачиваемость товаров. Недостаточно развитая сеть транспортных перевозок (связность и качество дорог) снижает эффективность сбыта продукции и скорость товарооборота [10]. Кроме того, соответствующая инфраструктура помогает расширять торговлю не только внутри страны за счет улучшения транспортных сетей, но также способствует развитию внешней торговли за счет повышения

качества работы портов, аэропортов и железнодорожных узлов. Это также помогает диверсифицировать производство организаций, поскольку они могут получать необходимые запасы сырья и других ресурсов из тех мест, где они более доступны. Кроме того, с улучшенной инфраструктурой организации могут производить товары в соответствии с потребностями людей из разных регионов и стран, а торговля продавать их населению.

Отличительной чертой инфраструктуры является то, что ее дефицит не может быть восполнен за счет импорта, т. к. в зависимости от местоположения потребность в соответствующем инфраструктурном объекте может быть удовлетворена за счет развития его потенциала в национальной экономике. К примеру, дорожная сеть, необходимая для роста торгового оборота рыбой и морепродуктами, должна быть создана для внутренней экономики. Поэтому создание инфраструктурных объектов должно регулироваться государством [11].

Так, железнодорожный транспорт является одной из системообразующих отраслей экономики, требующей огромных финансовых вложений. При этом сфера транспорта может стать инструментом преодоления экономического кризиса и создания условий для роста национальной экономики, поскольку вложение в транспортную отрасль способствует развитию смежных отраслей, обеспечению рабочих мест [12]. На продажи, в частности, рыбы и морепродуктов, влияют те же факторы, что и на экономический рост: цены поставщиков, конкурентов; спрос и предложение на те или иные виды продукции; методы конкуренции; политика регулирования рынка; уровни предпринимательской активности, обусловленные новыми конкурентами, появившимися на рынке; новые технологии в отраслях, на предприятиях [13].

Заключение

Торговля является частью инфраструктуры по доставке рыбы потребителям в России. В то же время для эффективного торгового обеспечения населения рыбой и морепродуктами необходимо развивать физическую инфраструктуру и инфраструктурные услуги. Важным звеном оптовой торговли является транспортно-логистический сектор, а также телекоммуникационные сети и услуги, предоставляемые по таким сетям. Это те секторы, которые участвуют в физической инфраструктуре, которая имеет решающее значение для перемещения рыбы и морепродуктов из мест ее производства к местам потребления и переработки.

Транспортная и обслуживающая инфраструктура и инфраструктурные услуги поддерживают торговлю, а качество и стоимость инфраструктуры и сопутствующих услуг влияет на торговлю. Инфраструктурные услуги в той или иной степени подвержены несовершенству рынка, требующему государственного регулирования, но технологические изменения за последнее десятилетие или около того изменили конкурентную среду из этих услуг, в частности, в сфере телекоммуникаций.

При наличии обширной территории страны и неоднородной структуры переработки и вылова рыбы в России до сих пор остаются не развитыми основные транспортные направления: широтные, меридианные и диагональные, что существенно затрудняет доставку рыбы и морепродуктов из регионов вылова к месту потребления. Поэтому необходимо создавать многопрофильную систему товародвижения для перераспределения межрегиональных грузопотоков «восток-запад» и «север-юг», учитывающую особенности концентрации населения на территории страны, развитие оптовой и розничной торговой сети и транспортной инфраструктуры.

Литература

- 1 Кручинина В.М., Рыжкова С.М. Анализ потенциала инвестиционной привлекательности рыбохозяйственного комплекса России // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 1. С. 322–332. doi:10.20914/2310-1202-2020-1-322-332.
- 2 Кондратьев Н.Д. Проблемы экономической динамики. М.: Экономика, 1989. 526 с.
- 3 Железнов В.Я. Очерки политической экономии. 6-е изд., исправленное и дополненное. М.: Тип. Т-ва И.Д. Сытина, 1908. 858 с.
- 4 Ryzhkova S. The improvement of standart and legal base of infrastructure of the fruit and vegetable market // Economy modernization: new challenges and innovative practice: 2nd International Conference. Sheffield: B&M publishing, 2014. P. 25–29.
- 5 Kruchinina V. M., Ryzhkova S. M. Consumer Cooperation in Russia in the Digital Economy // Complex Systems: Innovation and Sustainability in the Digital Age. – Springer, Cham, 2020. P. 215-224. doi: 10.1007/978-3-030-44703-8_24.
- 6 Fish Pool. Official salmon exchange, licensed by the Norwegian Ministry of Finance. URL: <https://fishpool.eu/products/concept/>
- 7 Рыжкова С.М., Кручинина В.М. Тенденции потребления рыбы и продуктов ее переработки в России // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. Т. 82. № 2. С. 181–189. doi: 10.20914/2310-1202-2020-2-181-189.
- 8 Рыжкова С.М. Особенности потребления плодов и овощей в Российской Федерации // Вестник БУКЭП. 2015 № 2. С. 383–389.
- 9 Кручинина В.М. Современное состояние и перспективы развития промышленности потребительской кооперации Центросоюза // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т.71. № 1. С. 401–409. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-401-409

10 Шаркова А.В., Прудникова А.А., Колесник Г.В. и др. Развитие предпринимательства: концепции, цифровые технологии, эффективная система: изд. 2-е. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. 605 с.

11 Ismail N.W., Mahyideen J.M. The Impact of infrastructure on trade and economic growth in selected economies in Asia. 2015. V. 553. 33 p. doi: 10.2139/ssrn.2709294

12 Кайрешева М.В. Система эффективного управления транспортнологистической компанией // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 432–437. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-432-437.

13 Васильев М.П. Анализ влияния внешних факторов на эффективность использования ресурсного потенциала и экономический рост региона // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 422–425. doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-422-425.

References

1 Kruchinina V.M., Ryzhkova S.M. Analysis of the potential investment attractiveness of the Russian fisheries sector. *Proceedings of VSUET*. 2020. vol. 82. no. 1. pp. 322–332. doi:10.20914/2310-1202-2020-1-322-332. (in Russian).

2 Kondratiev N.D. Problems of economic dynamics. Moscow, Economics, 1989. 526 p. (in Russian).

3 Zhelezov V.Ya. Essays on political economy. 6th ed., corrected and supplemented. Moscow, Type. T-va I.D. Sytina, 1908. 858 p. (in Russian).

4 Ryzhkova S. The improvement of standart and legal base of infrastructure of the fruit and vegetable market // *Economy modernization: new challenges and innovative practice: 2nd International Conference*. Sheffield: B&M publishing, 2014. pp. 25–29.

5 Kruchinina V.M., Ryzhkova S.M. Consumer Cooperation in Russia in the Digital Economy. *Complex Systems: Innovation and Sustainability in the Digital Age*. Springer, Cham, 2020. pp. 215–224. doi: 10.1007/978-3-030-44703-8_24.

6 Fish Pool. Official salmon exchange, licensed by the Norwegian Ministry of Finance. Available at: <https://fishpool.eu/products/concept/>.

7 Ryzhkova S.M., Kruchinina V.M. Trends in the consumption of fish and fish products in Russia. *Proceedings of VSUET*. 2020. vol. 82. no. 2. pp. 181–189. doi:10.20914/2310-1202-2020-2-181-189. (in Russian).

8 Ryzhkova S.M. Fruits and Vegetables Consumption Peculiarities in the Russian Federation. *Herald of Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*. 2015. no 2. pp.383–389. (in Russian).

9 Kruchinina M.V. Current state and prospects of development of the industry of consumer cooperatives Centrosyoz. *Proceedings of VSUET*. 2017. vol. 79. no. 1. pp. 401–409. doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-401-409 (in Russian).

10 Sharkova A.V., Prudnikova A.A., Kolesnik G.V. et al. Business development: concepts, digital technologies effective system. Moscow, Publishing and trading Corporation Dashkov & Co, 2020. 605 p. (in Russian).

11 Ismail, N.W., and J.M. Mahyideen. The Impact of Infrastructure on Trade and Economic Growth in Selected Economies in Asia. Tokyo: ADBI Working, 2015 vol. 553. 33 p.

12 Kajresheva M.V. The system of effective management of transport and logistics company. *Proceedings of VSUET*. 2017. vol. 79. no. 1. pp. 432–437. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-432-437. (in Russian).

13 Vasiliev M.P. Analysis of the influence of external factors on efficiency of use of resource potential and economic growth of the region. *Proceedings of VSUET*. 2017. vol. 79. no. 1. pp. 422–425. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-422-425. (in Russian).

Сведения об авторах

Светлана М. Рыжкова к.э.н., отдел маркетинга и развития продуктовых рынков, Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства, Хорошевское шоссе, 35/2, г. Москва, 123007, Россия, smr.market@vniiesh.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1908-0747>

Валентина М. Кручинина к.э.н., отдел маркетинга и развития продуктовых рынков, Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства, Хорошевское шоссе, 35/2, г. Москва, 123007, Россия, vmk.market@vniiesh.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0811-796X>

Information about authors

Svetlana M. Ryzhkova Cand. Sci. (Econ.), food markets marketing and development department, All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Хорошевское шоссе, 35/2, г. Москва, 123007, Россия, smr.market@vniiesh.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1908-0747>

Valentina M. Kruchinina Cand. Sci. (Econ.), food markets marketing and development department, All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Хорошевское шоссе, 35/2, г. Москва, 123007, Россия, vmk.market@vniiesh.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0811-796X>

Вклад авторов

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

Contribution

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 18/09/2020	После редакции 18/09/2020	Принята в печать 18/09/2020
Received 18/09/2020	Accepted in revised 18/09/2020	Accepted 18/09/2020

О реализации инвестиционной привлекательности территории

Дмитрий С. Клейменов¹dmi248@ya.ru 0000-0003-2642-260XАлексей А. Рубан¹rubanets@mail.ru 0000-0002-5842-4290Алексей А. Орехов¹alex.orekhov@ya.ru 0000-0002-9508-5179¹ Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

Аннотация. В статье даны предложения по развитию сельских территорий, через повышение их инвестиционной привлекательности. Обосновано, что помимо финансовых ресурсов, ограничивающими факторами развития территории могут служить ее социальные, экологические, институциональные особенности. Недостаток ресурсов, технологий, инфраструктуры будет служить ограничением развития села. Доказано, что реализация возможностей развития территорий предполагает поиск оптимальных решений в вопросе выбора объектов инвестирования, их встраивания в экономику региона, муниципалитета. Исследована инвестиционная привлекательность Рамонского района Воронежской области, обладающей дефицитом энергетических мощностей, что не позволяет вести дальнейшее расширение промышленной деятельности на территории муниципалитета. Предложено, в качестве альтернативного объекта инвестирования рассмотреть создание компании по предоставлению услуг в сфере экологического туризма. Такие проекты не имеют повышенных требований к имеющимся электрическим мощностям, сохраняют рекреационный потенциал, создают рабочие места, и в итоге повышают качество жизни населения района. Дана краткая характеристика развития туристической отрасли в России и Воронежской области, выделены основные меры ее государственной поддержки. Спрогнозирован рост внутреннего туристического рынка, а также повышение спроса на эти услуги. Рассчитан проект по установке и запуску глэмпингового комплекса на территории Рамонского района. Сделаны выводы об экономической, социальной и бюджетной эффективности предлагаемого проекта. Глэмпинговый комплекс позволит увеличить экспорт туристических услуг региона, повысить валовой региональный продукт, создаст дополнительные рабочие места, без использования значительных энергетических мощностей, что в конечном счете благоприятно скажется на развитии территории муниципалитета в целом.

Ключевые слова: инвестиционная деятельность, инвестиционная привлекательность, Воронежская область, туристическая отрасль

Realization of investment attractiveness of the territory

Dmitry S. Kleymenov¹dmi248@ya.ru 0000-0003-2642-260XAlekssei A. Ruban¹rubanets@mail.ru 0000-0002-5842-4290Alekssei A. Orekhov¹alex.orekhov@ya.ru 0000-0002-9508-5179¹ Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter The Great, Michurina str., 1 Voronezh, 394087, Russia

Abstract. The article presents proposals for the development of rural areas by increasing their investment attractiveness. It is proved that in addition to financial resources, limiting factors for the development of the territory can serve as its social, environmental, and institutional features. Lack of resources, technologies, and infrastructure will limit rural development. It is proved that the implementation of the development opportunities of territories involves the search for optimal solutions in the selection of investment objects, their integration into the economy of the region and the municipality. The article examines the investment attractiveness of the Ramon district of the Voronezh region, which has a shortage of energy capacity, which does not allow for further expansion of industrial activities in the municipality. It is proposed to consider the creation of a company providing services in the field of eco-tourism as an alternative investment object. Such projects do not have increased requirements for existing electrical capacity, preserve recreational potential, create jobs, and ultimately improve the quality of life of the district's population. A brief description of the development of the tourism industry in Russia and the Voronezh region is given, and the main measures of its state support are highlighted. The growth of the domestic tourist market is predicted, as well as an increase in demand for these services. The project for installing and launching a glamping complex on the territory of the Ramon district is calculated. Conclusions are drawn about the economic, social and budgetary effectiveness of the proposed project. The glamping complex will increase the export of tourist services in the region, increase the gross regional product, and create additional jobs without using significant energy capacity, which will ultimately have a positive impact on the development of the municipality as a whole.

Keywords: investment activity, investment attractiveness, Voronezh region, tourism industry

Введение

В настоящее время устойчивое развитие сельских территорий – это один из приоритетов развития страны [1]. Потенциал, с одной стороны, и особенности функционирования с другой делают актуальными исследования эффективной реализации возможностей села [2–4].

Факторы, влияющие на интенсивность и эффективность происходящих в сельских территориях процессов, в науке принято объединять в 4 группы: институциональные, экономические, экологические, социальные. Недостаток ресурсов, технологий, инфраструктуры будет служить ограничением развития села.

Для цитирования

Клейменов Д.С., Рубан А.А., Орехов А.А. О реализации инвестиционной привлекательности территории // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 261–268. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-261-268

Например, наличие финансовых ресурсов, производственных технологий, инвесторов и рынков сбыта не всегда приводит к строительству предприятия. В некоторых случаях население территории, опасаясь экологических проблем, разрушения рекреационных зон, активно выступает против создания тех или иных производств, по сути, делая выбор между прибавочным продуктом и экологией в пользу последней.

Материалы и методы

Примером влияния ограничивающего фактора является вопрос устойчивого развития Рамонского района Воронежской области [5].

For citation

Kleymenov D.S., Ruban A.A., Orekhov A.A. Realization of investment attractiveness of the territory. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 261–268. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-261-268

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Удачное территориальное расположение, наличие трудовых ресурсов, инфраструктура, культурное наследие позволяет ему быть одним из самых инвестиционно-привлекательных муниципалитетов региона.

Однако в настоящее время потенциал промышленного развития территории исчерпал себя, так как существующая мощность электрических сетей задействована более чем на 65% (таблица 1), что в условиях масштабного жилого строительства на территории ставит район в ситуацию энергетического дефицита.

Таблица 1.

Характеристика ПС, расположенных на территории Рамонского района [6]

Table 1.

Characteristics of electric substations located on the territory of Ramonsky district [6]

Наименование ПС Name	Напряжение, кВ Voltage, kV	Количество и мощность трансформаторов, МВА The number and capacity of transformers, MVA
ПС «Рамонь-1» Substation Ramon-1	35/10	2×6,3 МВА (резерв мощности тех. присоединения – 4,11 МВА) 2×6.3 MVA (power reserve tech.connections – 4.11 MVA)
ПС «Новожиловское» Substation Novozhivotinnoe	35/10	2×6,3 МВА (резерв мощности тех. присоединения – 6,52 МВА) 2×6.3 MVA (power reserve tech.connections – 6.52 MVA)
ПС «Алена» Substation Alyona	35/10	1×6,3 (резерв мощности тех. присоединения – 2,28 МВА) 1×6.3 (power reserve tech.connections – 2.28 MVA)
ПС «Ступино» Substation Stupino	110/10	1×6,3 МВА 1×10 МВА (резерв мощности тех. присоединения 3,39 МВА) 1×6.3 MVA 1×10 MVA (power reserve tech.connections 3.39 MVA)
ПС «Берёзовка» Substation Berezovka	35/10	2×4,0 МВА (резерв мощности тех. присоединения – 3,22 МВА) 2×4.0 MVA (power reserve tech.connections – 3.22 MVA)
ПС «Бор» PS Bor	35/10	1×1,8 МВА (резерв мощности тех. присоединения 0,48 МВА) 1×1.8 MVA (power reserve tech.connections 0.48 MVA)
ПС «Рамонь-2» Substation Ramon-2	11/35/10	2×2,5 МВА (резерв мощности тех. присоединения – 1,49 МВА) 2×2.5 MVA (power reserve tech.connections – 1.49 MVA)
ПС «Верейка» Substation Vereyka	35/10	2×2,5 МВА (резерв мощности тех. присоединения 0,86 МВА) 2×2.5 MVA (power reserve tech.connections 0.86 MVA)
ПС «Землянский» Substation Zemlyansk	35/10	1×4,0 МВА (резерв мощности тех. присоединения 1,47 МВА) 1×4.0 MVA (power reserve tech.connections 1.47 MVA)

Одним из возможных вариантов устойчивого развития территории Рамонского района в этих условиях является реализация проектов в сфере туризма и рекреации, которые не имеют повышенных требований к имеющимся электрическим мощностям, сохраняют рекреационный потенциал, создают рабочие места, и в итоге повышают качество жизни населения района.

Развитие территории посредством диверсификации традиционных отраслей – предмет изучения учёных не только в России, но и в мире [18–20].

В настоящее время туристическая отрасль рассматривается государством одним из приоритетов экономического развития. Влияние внешних факторов (пандемия) и внутренних (девальвация национальной валюты) создают беспрецедентные условия для развития внутреннего туризма в РФ.

В этих условиях, помимо уже действующих мер по поддержке инвестиций в туристическую сферу:

- субсидии на софинансирование строительства (реконструкции) объектов обеспечивающей инфраструктуры с длительным сроком окупаемости, входящих в состав инвестиционных проектов по созданию в субъектах Российской Федерации туристских кластеров [7];

- субсидии на грантовую поддержку общественных и предпринимательских инициатив,

направленных на развитие внутреннего и въездного туризма [8];

- субсидии на государственную поддержку организаций, обеспечивающих прирост количества посетивших Российскую Федерацию иностранных туристов [9];

- субсидии на государственную поддержку туроператоров [10];

- субсидии российским кредитным организациям на возмещение недополученных ими доходов по кредитам, выданным по льготной ставке инвесторам для реализации инвестиционных проектов, необходимых для устойчивого развития внутреннего и въездного туризма, создания и развития туристских кластеров, приобретения технических средств, способствующих развитию внутреннего и въездного туризма [11].

Правительство РФ внедряет механизмы поддержания и развития платежеспособного спроса населения на эти услуги. Предлагается субсидировать гражданам страны часть расходов на приобретение внутренних туров по стране [12].

По данным Федерального агентства по туризму в 2019 году во внутренний туризм было вовлечено более 70 млн человек, тогда как в 2009 году только 24,9 млн чел. Доля размещенных россиян в 2018 году в регионах ЦФО составила 33%.

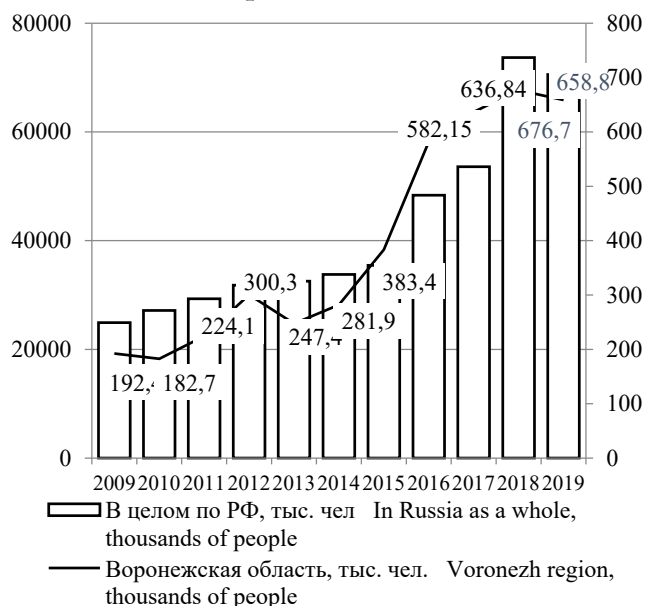


Рисунок 1. Численность россиян, размещенных в коллективных местах размещения [13]

Figure 1. Number of Russians placed in collective placements [13]

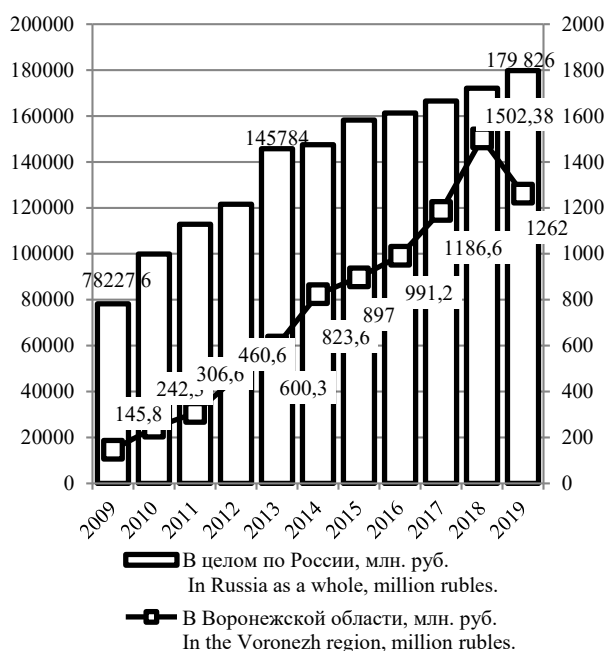


Рисунок 2. Объем платных туристических услуг населению [13]

Figure 2. Volume of paid tourist services to the population [13]

Объем платных услуг, оказанных населению, характеризует емкость рынка туристической сферы. За последние 10 лет рост трат населения РФ на туризм составил более 100 млрд руб. (78227 млн 2009 году и 179826 млн руб. в 2019),

в Воронежской области в этот период жители стали тратить в 8,5 раз больше (145 млн руб. в 2009 году и 1265 в 2019 году).

По данным Сбербанка [14] при совершении поездок внутри страны россияне в 2018 году потратили 899 млрд руб., то есть мультиплицирующий эффект состоит в том, что на каждый рубль, потраченный на путевку, гражданин тратит 5–6 рублей на товары и услуги в туристическом регионе.

Стратегия социально-экономического развития Воронежской области до 2035 года [15] предполагает реализацию туристско-рекреационного потенциала как один из стратегических приоритетов, учитывающих современный уровень социально-экономического развития Воронежской области, ее совокупный потенциал и относительные конкурентные преимущества.

Формирование инфраструктуры регионального туризма, обеспечение реализации туристско-рекреационного потенциала региона (в том числе туристских объектов национального и мирового уровней) лежит в основе поддержания устойчивого роста экономики, укрепление позиций Воронежской области в национальном и мировом экономических пространствах.

Развитая транспортная инфраструктура Воронежской области, наличие международного аэропорта «Воронеж» являются ключевыми конкурентными преимуществами и позволяют обеспечить прибытие и комфортное перемещение по территории Воронежской области туристов из разных регионов Российской Федерации, а также иностранных граждан.

Объем чистого экспорта туристических услуг в Воронежской области составляет по данным Сбербанка и Росстата 0,34% ВРП, что, несмотря на небольшую долю в абсолютных цифрах, позволяет региону входить в 10 лучших Субъектов Федерации по этому показателю.

Необходимо отметить, что Правительством Воронежской области планируется в 2021 году увеличение въездного потока туристов до 860 тыс. чел. Таким образом, экспорт туристических услуг должен достигнуть 4,04 млрд руб., мультиплицирующий эффект для экономики региона должен составить 15,26 млрд руб.

Согласно оценкам Федерального агентства по туризму Воронежская область в состоянии разместить до 1,5 млн туристов.

Чистый экспорт туристических услуг на внутреннем рынке [14]

Table 2.

Net export of tourist services in the domestic market [14]

Регион Region	Чистый экспорт туристических услуг в 2018 г., млрд руб. Net export of tourist services in 2018, RUB billion	Доля к ВВП The share of GRP
Краснодарский край Krasnodar region	60,51	2,55%
Санкт-Петербург и Лен. обл. Saint Petersburg and Leningrad region	23,86	0,44%
Новосибирская область Novosibirsk region	5,4	0,42%
Владимирская область Vladimir region	5,15	1,12%
Республика Татарстан Republic of Tatarstan	4,81	0,21%
Ставропольский край Stavropol region	4,75	0,62%
Ярославская область Yaroslavl region	4,42	0,80%
Тверская область Tver region	3,44	0,81%
Москва и Мос. обл. Moscow and region	3,38	0,02%
Воронежская область Voronezh region	3,37	0,34%

Результаты и обсуждение

Среди всех разновидностей туризма особое место занимает экологический туризм. В его основе лежит посещение относительно незатронутых антропогенным воздействием природных территорий. Это новое, но очень перспективное направление в туристической отрасли, рынок экологического туризма в России находится в стадии становления.

Кемпинговый туризм не требует масштабных капитальных вложений, и доступен для любого туриста [21, 22].

Совместить отдых на природе с комфортным размещением и проживанием призван новый вид экологического туризма – глэмпинг. Глэмпинг – это комфортно организованный отдых на дикой природе с элементами эстетики пятизвездочных отелей.

В России глэмпинги начали активно развиваться с 2015 года. По данным консалтинговой компании MACON, сегодня в стране насчитывается около 60 глэмпингов [16]. Они находятся в Подмосковье, Краснодарском крае, Калининградской области, Карелии, на Байкале, Камчатке, Алтае и в других регионах.

В этих условиях целесообразно создание туристического комплекса на территории Рамонского района с организацией рабочих мест для жителей сельских территорий. В его основе будет лежать организация места отдыха и временного проживания для туристов (глэмпинг, места под палатки, автокемпинг с возможностью зарядки электрического оборудования и обслуживания сантехнического оборудования кемпера).

Помимо размещения гостей в перечень услуг предоставляемых постояльцам и посетителям комплекса целесообразно включить:

1. Посещение пляжа.
2. Прокат велосипедов, самокатов.
3. Прокат снегоходов.
4. Аренда под пикники (беседки).
5. Кинотеатр.
6. Скейт-парк.

Нами был разработан бизнес-план подобного комплекса. Безусловно, для реализации проекта нужно провести масштабные работы по планированию, разработке проектно-сметной документации, строительству объектов туристического комплекса, что потребует значительного объема инвестиций (рисунок 3). Их общий объем будет равен: 100 812 тыс. руб.

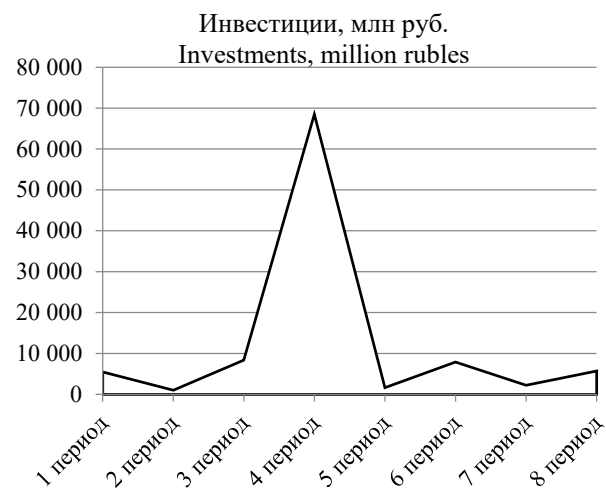


Рисунок 3. План инвестиций в туристический комплекс глэмпинга

Figure 3. Investment Plan for the glamping tourist complex

Несмотря на значительную сумму инвестиций, нужно отметить, его экономическую, бюджетную и социальную эффективность (таблица 3, 4).

Таблица 3.

Финансовые результаты реализации проекта

Table 3.

Financial results of the project implementation

Показатели, тыс. руб. Indicators, thousand rubles	Период Period					
	1	2	3	4	5	6
Выручка Revenue	0	17 172	46 174	56 089	65 987	58 361
Себестоимость: Cost price:	0	-6 513	-13 500	-14 918	-16 638	-12 661
производственный персонал production personnel	0	-3 276	-5 616	-5 616	-5 616	-3 276
производственные расходы production costs	0	-3 237	-7 884	-9 302	-11 022	-9 385
Валовая прибыль Gross profit	0	10 659	32 674	41 171	49 349	45 701
Административный и коммерческий персонал Administrative and commercial staff	-618	-1 937	-2 262	-2 262	-2 262	-1 320
Административные расходы Administrative expenses	0	-207	-522	-621	-720	-619
Коммерческие расходы Commercial expenses	0	-175	-300	-300	-300	-175
EBITDA	-618	8 340	29 590	37 989	46 067	43 587
Амортизация Depreciation	0	-10 621	-18 207	-17 394	-11 536	-4 530
Прибыль (убыток) от операционной деятельности Profit (loss) from operating activities	-618	-2 280	11 383	20 595	34 531	39 057
Прибыль до налогообложения Profit before tax	-618	-2 280	11 383	20 595	34 531	39 057
Налог на прибыль Profit tax	0	-161	-444	-543	-642	-573
Чистая прибыль (убыток) Net profit (loss)	-618	-2 442	10 939	20 052	33 890	38 484
Денежные потоки от операционной деятельности Cash flows from operating activities	-589	8 243	29 159	37 449	45 430	43 100
Денежные потоки от инвестиционной деятельности Cash flows from investing activities	-5 885	-93 528	-16 000	0	0	0
Денежные потоки от финансовой деятельности Cash flows from financing activities	6 474	86 402	7 936	0	0	0
Свободный денежный поток компании, FCFE Free cash flow of the company, FCFE	-6 474	-85285	13 159	37 449	45 430	43 100
NOPLAT	-618	-2280	11 383	20 595	34 531	39 057
Дисконтированный денежный поток Discount cash flow	-6 427	-77916	10 124	26 391	28 259	23 948
Дисконтированный поток нарастающим итогом Discounted cash flow on an accrual basis	-6 427	-85285	-74 219	-47 828	-19 569	4 379
Чистая приведенная стоимость, NPV Net present value, NPV	4 379					
Внутренняя норма рентабельности, IRR Internal rate of return, IRR	22,1%					
Дисконтированный срок окупаемости, PBP Discounted payback period, PBP	4,9					
Простой срок окупаемости Simple payback period	4,19					

Таблица 4.

Бюджетная эффективность проекта

Table 4.

Budget efficiency of the project

Поступление налогов в бюджет Receipt of taxes to the budget	Период Period					
	1	2	3	4	5	6
Федеральный бюджет Federal budget						
Налог на доходы физических лиц The tax to incomes of physical persons	9	78	118	118	118	69
Социальные взносы Social contribution	114	1080	1818	1818	1818	1061
Суммарные налоговые и социальные выплаты Total tax and social benefits	123	1158	1936	1936	1936	1129
Денежный поток для расчета эффективности Cash flow for calculating efficiency	123	1158	1936	1936	1936	1129
Территориальный бюджет The territorial budget						
Налог на доходы физических лиц The tax to incomes of physical persons	52	443	670	670	670	391
Налог с оборота Turnover tax	0	141	431	539	637	488
Суммарные налоговые и социальные выплаты Total tax and social benefits	52	584	1101	1209	1307	878
Бюджетное финансирование Budget financing		3500				
Денежный поток для расчета эффективности Cash flow for calculating efficiency	52	-2916	1101	1209	1307	878

Исходя из проведенных расчетов объект бизнес-плана окупается за 4 года и 2 месяца, дисконтированный срок окупаемости составляет 4 года и 2 месяца, чистая приведенная стоимость равна 4379 тыс. руб., внутренняя норма доходности – 22,1%.

Представленные данные дают возможность рассчитать коэффициенты социальной и бюджетной эффективности согласно положению Правительства Воронежской области об особо значимых инвестиционных проектах [17].

Коэффициент социальной эффективности = 1,85

Коэффициент бюджетной эффективности (Воронежская область) = 1,47

Так как предприятия выполняет все условия для применения упрощенной системы налогообложения, то она и является оптимальной опцией. Данный налоговый режим увеличит чистую прибыль организации по следующим причинам:

1. Не обременённые НДС цены намного привлекательнее для физических лиц, а также корпоративных клиентов, находящихся на УСН.

2. Возможность возмещения входного НДС для объекта бизнес-план не является существенной, так как большинство строительных работ будут выполняться компаниями на УСН или строительными бригадами. Размер потенциального НДС к возмещению с платежей, направленных компаниям на ОСН, не является преимуществом в сравнении со всеми выгодами УСН.

3. Бизнес освобождается от уплаты налога на имущество с объектов, не входящих в кадастровый перечень.

4. Налог по УСН заменяет налог на прибыль организации. В первые 5 лет выгоднее применять объект «доход минус расходы» ввиду зачета убытков предыдущих лет за период строительства. Ставка с объекта «доход минус расход» для данного бизнеса составляет 1% в Воронежской области.

В таблице 5 представлен коэффициентный анализ рассчитанного бизнес-плана.

Таблица 5.

Коэффициентный анализ проекта «Хутор Степной»

Table 5.

Coefficient analysis of the project Khutor Stepnoy

Коэффициенты Coefficients	Ед. изм. Units	Период Period					
		1	2	3	4	5	6
Рентабельность продаж по чистой прибыли, NPM Return on sales by net profit, NPM	%	-	-109,6%	4,1%	20,6%	41,9%	62,7%
Рентабельность продаж по EBITDA Return on sales by EBITDA	%	-	15,2%	57,5%	62,3%	65,1%	73,2%
Доля постоянных затрат Share of fixed costs	%	72,8%	72,8%	72,8%	72,8%	72,8%	72,8%
Точка безубыточности Breakeven point	тыс. руб. thousand rubles	0	-545	2 902	2 753	2 247	2 217
"Запас прочности" Financial safety margin	%	—	530,7%	-6,6%	20,3%	49,3%	70,4%
Рентабельность собственного капитала, ROE Return on equity, ROE	% в год % per year	-24,1%	-5,0%	7,0%	11,2%	15,5%	24,1%
Рентабельность инвестированного капитала, ROIC Return on invested capital, ROIC	% в год % per year	-41,6%	-7,8%	10,6%	16,9%	23,4%	36,4%
Рентабельность суммарных активов, ROTA Return on total assets, ROTA	% в год % per year	-41,3%	-7,4%	11,0%	17,4%	23,8%	36,9%
Рентабельность внеоборотных активов, ROFA Return on non-current assets, ROFA	% в год % per year	-41,3%	-7,4%	11,7%	26,0%	55,5%	122,1%
Коэффициент текущей ликвидности Current liquidity ratio	—	0,01	0,72	57,94	229,99	430,14	537,74
Оборачиваемость внеоборотных активов Turnover of non-current assets	раз в год once per year	0,0	0,2	0,5	0,7	1,1	1,8
Оборачиваемость суммарных активов Turnover of total assets	раз в год once per year	0,0	0,2	0,4	0,5	0,5	0,6

Анализ представленных данных указывает на высокую платежеспособность, ликвидность, прибыльность организации и рентабельность инвестиций. Оборачиваемость основных средств доказывает их высокую эксплуатацию и результативность применения, рентабельность долгосрочных активов подтверждает эффективность капиталовложений.

Заключение

Реализация туристического комплекса глэмпинга создаст дополнительные рабочие места в Рамонском районе, увеличит валовый муниципальный продукт, принесет дополнительные отчисления в бюджеты всех уровней бюджетной системы, нивелируя значимость дефицита электрических мощностей на территории района.

Литература

- 1 Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Комплексное развитие сельских территорий" и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 31 мая 2019 г. № 696 URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326085/
- 2 Запорожцева Л.А., Масик А.В. Особенности организации инвестиционной деятельности в овощеводстве Воронежской области // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019. Т. 81. № 2 (80). С. 352–358. doi: 10.20914/2310-1202-2019-2-352-358
- 3 Васильева К.А., Ткачева Ю.В. Туризм как перспективный сектор роста доходов экономики // Финансовый вестник. 2018. № 2 (41). С. 82–89.
- 4 Агibalов А.В., Запорожцева Л.А., Клейменов Д.С. и др. Стратегическое управление устойчивым развитием сельских территорий: монография. Воронеж: ВГАУ им. Императора Петра I., 2019. 175 с.
- 5 Официальный сайт органов местного самоуправления Рамонского муниципального района Воронежской области. URL: <http://ramon.ru/> (дата обращения: 25.08.2020).
- 6 Стратегия социально-экономического развития Рамонского муниципального района Воронежской области на период до 2035 года. URL: http://ramon.ru/deyatelnost/ekonomika/strategicheskoe-planirovanie/index.php?sphrase_id=852 (дата обращения: 25.08.2020).
- 7 Субсидии на софинансирование строительства (реконструкции) объектов обеспечивающей инфраструктуры с длительным сроком окупаемости, входящих в состав инвестиционных проектов по созданию в субъектах Российской Федерации туристских кластеров. URL: <https://www.russiatourism.ru/> (дата обращения: 25.08.2020).
- 8 Субсидии на грантовую поддержку общественных и предпринимательских инициатив, направленных на развитие внутреннего и въездного туризма. URL: <https://www.russiatourism.ru/announcement/16537/> (дата обращения: 25.08.2020).
- 9 Субсидии на государственную поддержку организаций, обеспечивающих прирост количества посетивших Российскую Федерацию иностранных туристов. URL: <https://www.russiatourism.ru/> (дата обращения: 25.08.2020).
- 10 Субсидии на государственную поддержку туроператоров. URL: <https://www.russiatourism.ru/> (дата обращения: 25.08.2020).
- 11 Субсидии российским кредитным организациям на возмещение недополученных ими доходов по кредитам, выданным по льготной ставке инвесторам для реализации инвестиционных проектов, необходимых для устойчивого развития внутреннего и въездного туризма, создания и развития туристских кластеров, приобретения технических средств, способствующих развитию внутреннего и въездного туризма. URL: <https://www.russiatourism.ru/> (дата обращения: 25.08.2020).
- 12 Михаил Мишустин подписал распоряжение о выделении 15 млрд рублей на кешбэк за покупку туров по России. URL: <http://government.ru/news/40076/> (дата обращения: 25.08.2020).
- 13 Статистические данные по РФ. URL: <https://www.russiatourism.ru/contents/statistika/statisticheskie-dannye-porrf-2/> (дата обращения: 25.08.2020).
- 14 Какие регионы зарабатывают на внутреннем туризме. Исследование Сбербанка. URL: https://www.sberbank.com/common/img/uploaded/files/pdf/analytics/dom_tourism_14122018.pdf (дата обращения: 25.08.2020).
- 15 О Стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 года: Закон Воронежской области от 20 декабря 2018 года № 168-ОЗ. URL: <http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW181&n=87970&dst=100021&hash=100021#035477122945368467>
- 16 Палатки с гостиничным сервисом: как развивается глэмпинг в России. URL: <https://realty.rbc.ru/news/5de8992e9a7947dab28c45c1> (дата обращения: 25.08.2020). – Текст: электронный.
- 17 О государственной (областной) поддержке инвестиционной деятельности на территории Воронежской области»): Закон Воронежской области от 07.07.2006 № 67-ОЗ URL: <http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW181;n=97213#01487019294178269>
- 18 Soare I., Dobrea N. C. R. C., Nastase M. The Rural Tourist Entrepreneurship–New Opportunities of Capitalizing the Rural Tourist Potential in the Context of Durable Development // European Journal of Sustainable Development. 2017. V. 6. №. 3. P. 231-231. doi: 10.14207/ejsd.2017.v6n3p231
- 19 Volkova, T. A., Minenkova, V. V., Aleksandrovich, A., Mishchenko, J. I. K. et al. Investment potential of the southern territory of russia (krasnodar krai) for developing the rural (agrarian) tourism // Journal of Experimental Biology. 2017. V. 5. P. 6.
- 20 Zarębski, P., Kwiatkowski, G., Malchrowicz-Moško, E., Oklevik, O. Tourism investment gaps in Poland // Sustainability. 2019. V. 11. №. 22. P. 6188. doi: 10.3390/su11226188
- 21 Lee C. F. Understanding the Factors Determining the Attractiveness of Camping Tourism: A Hierarchical Approach // Tourism Planning & Development. 2020. V.17. №5. P. 556-572. doi: 10.1080/21568316.2020.1758761
- 22 Pogodina T. V., Udaltsova N. L. Development of investment management methods in Russian tourism // Financial and Economic Tools Used in the World Hospitality Industry: Proceedings of the 5th International Conference on Management and Technology in Knowledge, Service, Tourism & Hospitality 2017 (SERVE 2017), 21-22 October 2017 & 30 November 2017, Bali, Indonesia & Moscow, Russia. CRC Press, 2018. P. 171-175.

References

- 1 On approval of the state program of the Russian Federation "Integrated development of rural territories" and on amendments to certain acts of the Government of the Russian Federation: resolution Of the Government of the Russian Federation of may 31, 2019 № 696. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326085/
- 2 Zaporozhtseva L.A., Masik A.V. Features of the organization of investment activities in vorobyn vegetable of Voronezh region. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2019. vol. 81. no.2. pp. 352-358. doi: 10.20914/2310-1202-2019-2-352-358 (in Russian).
- 3 Vasileva K.A., Tkacheva Yu.V. Tourism as a promising sector of income growth in the economy // Financial Vestnik. 2018. no. 2 (41). pp. 82–89. (in Russian).
- 4 Agibalov A.V., Zaporozhtseva L.A., Kleymenov D.S. et al. Strategic management of sustainable development of rural territories: monograph. Voronezh: VSAU. Emperor Peter I, 2019. 175 p. (in Russian).

- 5 Official site of local self-government bodies of Ramonsky municipal district of the Voronezh region: Available at: <http://ramon.ru/> (accessed 25.08.2020). (in Russian).
- 6 Strategy of social and economic development of Ramonsky municipal district of the Voronezh region for the period up to 2035. Available at: http://ramon.ru/deyatelnost/ekonomika/strategicheskoe-planirovanie/index.php?sphrase_id=852 (accessed 25.08.2020). (in Russian).
- 7 Subsidies for co-financing the construction (reconstruction) of supporting infrastructure facilities with a long payback period that are part of investment projects to create tourist clusters in the Russian Federation. Available at: <https://www.russiatourism.ru/> (date accessed: 25.08.2020). (in Russian).
- 8 Grants for grant support of public and business initiatives aimed at the development of domestic and inbound tourism. Available at: <https://www.russiatourism.ru/announcement/16537/> (accessed 25.08.2020). (in Russian).
- 9 Subsidies for state support of organizations that increase the number of foreign tourists visiting the Russian Federation. Available at: <https://www.russiatourism.ru/> (accessed 25.08.2020). – Text: electronic. (in Russian).
- 10 Subsidies for state support of tour operators. Available at: <https://www.russiatourism.ru/> (accessed 25.08.2020). (in Russian).
- 11 Subsidies to Russian credit institutions to reimburse their lost income on loans issued at a preferential rate to investors for the implementation of investment projects necessary for the sustainable development of domestic and inbound tourism, the creation and development of tourist clusters, and the acquisition of technical means that contribute to the development of domestic and inbound tourism. Available at: <https://www.russiatourism.ru/> (accessed 25.08.2020). (in Russian).
- 12 Mikhail Mishustin signed an order to allocate 15 billion rubles for cashback for the purchase of tours in Russia. Available at: <http://government.ru/news/40076/> (accessed 25.08.2020). (in Russian).
- 13 Statistics for the Russian Federation. Available at: <https://www.russiatourism.ru/> (accessed 25.08.2020). (in Russian).
- 14 What regions earn on domestic tourism. Sberbank's follow-up. Available at: https://www.sberbank.com/common/img/uploaded/files/pdf/analytics/dom_tourism_14122018.pdf (accessed 25.08.2020). (in Russian).
- 15 On the strategy of socio-economic development of the Voronezh region for the period up to 2035: the law of the Voronezh region of December 20, 2018 № 168-OZ. Available at: <http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW181&n=87970&dst=100021&hash=100021#035477122945368467> (in Russian).
- 16 Tents with hotel service: how glamping develops in Russia. Available at: <https://realty.rbc.ru/news/5de8992e9a7947dab28c45c1> (accessed: 25.08.2020). (in Russian).
- 17 About the state (regional) support of investment activity in the territory of the Voronezh region): the law of the Voronezh region of 07.07.2006 № 67-OZ Available at: <http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW181;n=97213#01487019294178269> (in Russian).
- 18 Soare I., Dobrea N. C. R. C., Nastase M. The Rural Tourist Entrepreneurship—New Opportunities of Capitalizing the Rural Tourist Potential in the Context of Durable Development. *European Journal of Sustainable Development*. 2017. vol. 6. no. 3. pp. 231-231. doi: 10.14207/ejsd.2017.v6n3p231
- 19 Volkova, T.A., Minenkova, V.V., Aleksandrovich, A., Mishchenko, J.I.K. et al. Investment potential of the southern territory of Russia (Krasnodar krai) for developing the rural (agrarian) tourism. *Journal of Experimental Biology*. 2017. vol. 5. 6p.
- 20 Zarebski, P., Kwiatkowski, G., Malchrowicz-Moško, E., Oklevik, O. Tourism investment gaps in Poland. *Sustainability*. 2019. vol. 11. no. 22. pp. 6188. doi: 10.3390/su11226188
- 21 Lee C. F. Understanding the Factors Determining the Attractiveness of Camping Tourism: A Hierarchical Approach. *Tourism Planning & Development*. 2020. vol.17. no.5. pp. 556-572. doi: 10.1080/21568316.2020.1758761
- 22 Pogodina T. V., Udaltsova N. L. Development of investment management methods in Russian tourism // *Financial and Economic Tools Used in the World Hospitality Industry: Proceedings of the 5th International Conference on Management and Technology in Knowledge, Service, Tourism & Hospitality 2017 (SERVE 2017)*, 21-22 October 2017 & 30 November 2017, Bali, Indonesia & Moscow, Russia. CRC Press, 2018. pp. 171-175.

Сведения об авторах

Дмитрий С. Клейменов к.э.н., доцент, Кафедра финансов и кредита, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, dmi248@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2642-260X>

Алексей А. Рубан к.э.н., доцент, Кафедра финансов и кредита, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, rubanets@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5842-4290>

Алексей А. Орехов к.э.н., доцент, Кафедра финансов и кредита, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, alex.orekhov@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9508-5179>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Dmitry S. Kleymenov Cand. Sci. (Econ.), assistant professor, Finance and credit department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter The Great, Michurina str., 1 Voronezh, 394087, Russia, dmi248@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2642-260X>

Aleksei A. Ruban Cand. Sci. (Econ.), assistant professor, Finance and credit department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter The Great, Michurina str., 1 Voronezh, 394087, Russia, rubanets@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5842-4290>

Aleksei A. Orekhov Cand. Sci. (Econ.), assistant professor, Finance and credit department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter The Great, Michurina str., 1 Voronezh, 394087, Russia, alex.orekhov@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9508-5179>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 20/05/2020	После редакции 21/06/2020	Принята в печать 11/08/2020
Received 20/05/2020	Accepted in revised 21/06/2020	Accepted 11/08/2020

Инновационное развитие человекоцентрической экономики в условиях выхода из пандемии

Елена В. Шкарупета ¹	9056591561@mail.ru	 0000-0003-3644-4239
Александр Ю. Гончаров ²	alex.g007@mail.ru	 0000-0003-4291-6052
Надежда А. Серебрякова ³	nad.serebryakova@mail.ru	 0000-0002-2952-9587

¹ Воронежский государственный технический университет, 20-летия Октября, 84, г. Воронеж, 394071, Россия

² Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Студенческая ул., 10, г. Воронеж, 394036, Россия

³ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены теоретико-практические аспекты инновационного развития человекоцентрической экономики в условиях выхода из пандемии. Актуальность исследования подтверждается тем, что мир высоких технологий, ускоренного развития и буйной цифровизации создает новые правила жизни. К традиционным рискам, которые оказывали влияние на человечество и вызывали кризисы ранее, в исследовании добавлены новые, касающиеся приватности личных данных и кибербезопасности, искусственного интеллекта и новых рабочих мест, мгновенного распространения информации и манипулирования общественным мнением, неравенства возможностей и экологических угроз. Сделан вывод, что пандемия стала мощным триггером инноваций. На самом пике востребованности находятся технологии социального дистанцирования, которые во время вспышки коронавируса были особенно популярны. Пандемия также скорректировала логику предоставления мер господдержки технологическим предпринимателям. В числе приоритетов появилась поддержка отечественных цифровых сервисов, улучшающих качество жизни в режиме онлайн и обеспечивающих социальное дистанцирование. В заключение сделан вывод, что каждый кризис уникален, как уникальны и рецепты его преодоления, и каждая новая волна приносит в копилку предпринимателя и инвестора всё новые рецепты того, как строить устойчивый бизнес, которому не страшны угрозы любого типа - от финансовых до биологических. Чтобы технологически обезопасить себя от встрясок, связанных с кризисными явлениями, необходимы максимальная цифровизация бизнес-процессов и использование современных бизнес-моделей, автоматизация производства с использованием технологий промышленного интернета, предиктивной аналитики, использование самых современных цифровых каналов продаж, инвестиции в развитие персонала. Из этих и многих других факторов складывается модель современного устойчивого бизнеса.

Ключевые слова: инновационное развитие, человекоцентрическая экономика, пандемия, кризис

Innovative Development of a Human-Centered Economy in the Context of Overcoming the Pandemic

Elena V. Shkarupeta ¹	9056591561@mail.ru	 0000-0003-3644-4239
Alexander Yu. Goncharov ²	alex.g007@mail.ru	 0000-0003-4291-6052
Nadezhda A. Serebryakova ³	nad.serebryakova@mail.ru	 0000-0002-2952-9587

¹ Voronezh State Technical University, 20th anniversary of October, 84, Voronezh, 394071, Russia

² Voronezh State Medical University N.N. Burdenko, Studencheskaya st., 10, Voronezh, 394036, Russia

³ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The article examines the theoretical and practical aspects of the innovative development of the human-centered economy in the context of overcoming the pandemic. The relevance of the study is confirmed by the fact that the world of high technologies, accelerated development and violent digitalization creates new rules of life. To the traditional risks that influenced humanity and caused crises in the past, the study adds new ones related to privacy of personal data and cybersecurity, artificial intelligence and new jobs, instant information dissemination and manipulation of public opinion, inequality of opportunities and environmental threats. It is concluded that the pandemic has become a powerful trigger for innovation. Social distancing technologies, which were especially popular during the coronavirus outbreak, are at the peak of demand. The pandemic has also adjusted the logic of providing government support to technology entrepreneurs. Among the priorities is support for domestic digital services that improve the quality of life online and provide social distancing. In conclusion, it was concluded that each crisis is unique, just as unique are the recipes for overcoming it, and each new wave brings new recipes to the entrepreneur and investor's piggy bank of how to build a sustainable business that is not afraid of threats of any type - from financial to biological. To protect oneself technologically from the shocks associated with the crisis, maximum digitalization of business processes and the use of modern business models, industrial automation using industrial Internet technologies, predictive analytics, the use of the most modern digital sales channels, and investments in personnel development are required. These and many other factors make up a modern sustainable business model.

Keywords: innovative development, human-centered economy, pandemic, crisis

Для цитирования

Шкарупета Е.В., Гончаров А.Ю., Серебрякова Н.А. Инновационное развитие человекоцентрической экономики в условиях выхода из пандемии // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 269–273. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-269-273

For citation

Shkarupeta E.V., Goncharov A.Yu., Serebryakova N.A. Innovative Development of a Human-Centered Economy in the Context of Overcoming the Pandemic. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 269–273. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-269-273

Введение

Пандемия в очередной раз напомнила миру, насколько слабы и уязвимы люди – из-за беспрецедентной по масштабам и географии экономической паузы. Во всём мире уже сейчас отмечаются изменения на рынке труда. То, что раньше развивалось постепенно, сегодня резко ускорилось. Новые практики и ресурсы поиска сотрудников. Часть компаний уже взяли активный фокус на эффективность и оптимизацию – это перевод рабочих процессов в автоматический режим, переход на удаленную работу и оформление статуса самозанятого.

Распространение вируса в корне изменило повседневную жизнь людей, пострадала экономика и почти все сферы бизнеса [1]. Такие изменения влекут за собой крупные социальные проблемы. В том числе колоссальные потери рабочей силы и общественного капитала. Многие профессии после стремительных изменений становятся кадровым рудиментом. По оценкам Международной организации труда работы могут лишиться 25 миллионов человек. Некоторые специалисты уверены: уже в ближайшее время мир ожидает бум роботизации. Машины в контексте последствий пандемии представляются многим работодателям более надежным персоналом [2].

Корпоративная культура и организация офисного пространства претерпели колоссальные изменения во время пандемии. Классическому режиму работы пришла на смену возможность работать удаленно, а также посменная занятость. Если раньше это было привилегией, то сейчас это стало необходимостью. В удаленном формате работы есть не только плюсы, но и минусы – отсутствие рабочего пространства дома, психологическое напряжение, нехватка живого и неформального общения. Бизнес двигают люди, им необходимо обмениваться информацией и идеями, загораться и вдохновлять. Важна не только самореализация, но и слаженная профессиональная команда [3].

В период самоизоляции люди поменяли не только привычный образ жизни, но и свои принципы и приоритеты. Пандемия послужила катализатором многих процессов, скорректировав некоторые из них, заставила искать новые способы адаптации к повседневной реальности в условиях домашней изоляции. Текущий кризис сформировал новые поведенческие паттерны и тренды [4].

Методы

Цифровые технологии во время периода изоляции стали для многих панацей – удаленная работа, дистанционное образование, телемедицина,

цифровые сервисы. «Онлайн» стал не просто инструментом, но и равноценным пространством для жизни и работы [5]. Однако за прошедшие полгода общество претерпело значительные изменения, вместе с ними деформировалось и отношение к цифровым технологиям. Причем не только в сторону большего принятия, но также появляются новые фобии и массовые конспирологические теории. Проблемы дистанционных и виртуальных форматов, неготовность традиционных организаций к их использованию – очередным вызовом.

Современный мир диктует свои правила ведения бизнеса, а значит, что в каждой компании, от мелкой до крупной, должны быть кадры, понимающие как использовать технологии искусственного интеллекта (ИИ) и выходить на мировой рынок. Эпидемия коронавируса и вынужденная самоизоляция людей стали стимулом к ускоренной диджитализации и внедрению ИИ во многих областях жизнедеятельности, в том числе культуры и искусства. Мы видим картины, написанные роботами, виртуальные театры и музыку, сгенерированную искусственным разумом. С одной стороны, цифровые технологии вносят разнообразие в творческие формы и методы. С другой – обезличивает как процесс создания произведения, так и самого создателя [6].

Чтобы технологически обезопасить себя от встрясок, связанных с кризисными явлениями, необходимы максимальная цифровизация бизнес-процессов и использование современных бизнес-моделей, автоматизация производства с использованием технологий промышленного интернета, предиктивной аналитики, использование самых современных цифровых каналов продаж, инвестиции в развитие персонала. Из этих и многих других факторов складывается модель современного устойчивого бизнеса.

Признанные технологические лидеры еще не смогли найти решение, как обезопасить человечества от нового вируса, а правительства даже самых развитых стран пытаются решить дилемму экономическое развитие vs здоровье граждан [7].

Распространение коронавируса COVID-19 приведет к взрывному росту расходов на искусственный интеллект в мире, считают аналитики IDC. Цифровая трансформация ускорилась в несколько раз, и именно технологии искусственного интеллекта помогают бизнесу оставаться более гибким и конкурентоспособным.

ИИ может сыграть важную роль, помогая компаниям и обществу справляться с крупномасштабными проблемами, вызванными карантинными ограничениями, и разрешать их. Во всех отраслях государственный сектор будет испытывать ускорение инвестиций в ИИ.

А нехватка сотрудников и сбои в цепочке поставок приведут к необходимости автоматизации всех производственных процессов [8].

Стратегия по ИИ и федеральный проект «Искусственный интеллект» призваны изменить стратегию развития всей экономики России и многих стран.

Первая волна цифровой трансформации создала массу цифровых единорогов, компаний, которые существуют исключительно (если не исключительно то их бизнес сильно от этого зависит) в цифровом пространстве, такие как Amazon, Apple, Google. Их можно назвать born digital компаниями. Очевидно, что жить только в цифровом мире невозможно, и существует высокий спрос на концепцию Physical + Digital, когда цифровые технологии делают материальные объекты и продукты лучше, когда производительность компаний реального сектора экономики растет за счет цифровизации, например, внедрения сенсоров, нового программного обеспечения, либо цифровых моделей ведения бизнеса [9].

Сложная кризисная ситуация 2020 года показала явное преимущество тех компаний второй волны, которые успели максимально оцифроваться. Они понесли меньшие потери, а некоторые извлекли выгоду из биологической угрозы и следующей за ней изоляции.

Обсуждение

Процесс экстренных изменений, через которые прошли все образовательные системы мира в период пандемии 2020, можно рассмотреть, как шоковую инновацию. Необходимость перемен может как привести к негативным, так и стать источником инноваций в образовательных организациях. Главные инновации в образовании 2020 – технологии адаптации, coping strategies и механизмы взаимной поддержки в сообществе всех причастных. Резкая миграция в онлайн состоялась благодаря взаимному микрообучению, беспрецедентному уровню внимания участников процесса к друг другу и максимальному распределению ресурсов.

Глобальная индустрия туризма оказалась едва ли не самой уязвимой в период пандемии и повсеместных локдаунов. «Идеальный шторм» в глобальном туризме, тем не менее, имеет и ряд положительных проявлений и последствий. Текущий кризис побудил всех игроков пересобрать себя полностью – предложение, продукт, коммуникация, все бизнес-процессы и пр. В отсутствие возможности у туристов вылететь на отдых за границу случился повсеместный ренессанс внутреннего туризма – интерес к путешествиям в пределах собственной страны увеличился кратно.

Диджитализация спорта началась еще долго до пандемии. Активные люди использовали смарт-часы, различные трекеры и аналитические системы контроля за состоянием спортсмена на тренировках. Искусственный интеллект в спорте выполняет роль аналитика, тактика и тренера. Но коронакризис стал драйвером роста клиентской базы Sporttech-индустрии. Особенно заметно спрос проявился в нишах крупных спортивных мероприятий и фитнес-клубов. Ведущие IT-компании мира создают приложения и системы, которые могут отслеживать физические показатели организма спортсмена, корректировать его движения и консультировать по поводу проблемных зон.

В начале 2020 года мир охватила «инфодемия» – в условиях информационного хаоса и дезинформации принятие рациональных и продуманных решений стало практически невозможным. Для успешной навигации в информационном потоке необходима трансформация современных медиа в надёжные источники информации или «острова правды», которым можно доверять.

Технологии, основанные на искусственном интеллекте и машинном обучении, достигли уровня развития, при котором они способны радикально изменить облик современных СМИ. «Роботы-журналисты» в ближайшем будущем будут писать новостные тексты, создавать заголовки и распознавать fake news не хуже редакторов информационных агентств.

Масштабы и темпы трансформации сферы здравоохранения, вызванные как технологическим развитием, так и вызовами, встающими перед системой, заставляют общество, государство и бизнес переосмыслить сложившиеся ранее правила взаимодействия. Человек выдвигает все новые требования к качеству медицинской помощи, её доступности и технологичности, что, как результат, должно повысить продолжительность и качество жизни. В России этот эффект зафиксирован в качестве цели национального проекта «Здравоохранение» и является одним из приоритетных направлений развития.

За последние годы мир биотехнологий представил миру множество инновационных решений в области генетики, использовании клеточных технологий, редактировании генома, биопечати тканей и органов, персонифицированной медицине [10]. Отрасль не осталась в стороне и от всеобщей цифровизации, всё более активно применяется искусственный интеллект для анализа данных пациентов и разработки новых лекарственных средств, трансформируется система здравоохранения и парадигма взаимоотношений врача и пациента, повышая доступность врачебной помощи и ее качество.

Быстроенные столетиями индустриализации локальные и международные энергетические рынки кардинально меняются с начала нашего века. Традиционный уклад в электроэнергетике, энергетике транспорта, на рынках энергоносителей подвергнут сомнению сначала экологами, потребителями и стартапами, теперь уже энергокомпаниями и государствами. Технологии сделали свое дело – все больше образованных и квалифицированных, инновационных и проактивных пользователей энерготехнологий. Похоже, все сложнее будет прийти к консенсусу в планах долгосрочного и устойчивого развития ресурсной базы.

Заключение

Можно с уверенностью говорить, что мир сегодня находится в разгаре четвертой промышленной революции (Индустрии 4.0). Трансформация просто фабрик в «Умные фабрики» («Smart Factories»), включающая и объединяющая в себе множество различных технологий (кибер-физических систем (Cyber Physical Systems), интернета вещей (IoT), облачных вычислений (Cloud Computing), искусственного интеллекта (Artificial Intelligence) и т. д.) потенциально несет бизнесу большое

количество преимуществ – от повышения производительности за счет оптимизации и автоматизации до персонализации производства, обеспечивающего лояльность клиентов; от более высокого качества продуктов за счет мониторинга в реальном времени до интеллектуального управления цепочкой поставок и последующего сервисного обслуживания. Вместе с тем, стремительное развитие Индустрии 4.0 и желание бизнеса в полной мере воспользоваться ее плодами для обеспечения завтрашней глобальной конкурентоспособности, порождает множество вызовов, с которыми компании вынуждены иметь дело уже сейчас.

Среди них [11]:

1. появление новых бизнес-моделей (и необходимость определения новых стратегий);
2. необходимость переосмысления организационной структуры и бизнес-процессов для максимизации эффектов трансформации;
3. проведение успешных пилотов (в каком месте? в какой момент? как оценить результаты);
4. потребность налаживания качественного управления изменениями (что зачастую упускается из вида);
5. в конце концов, поиск и развитие талантов для «Успешной реформы бизнеса».

Литература

- 1 Шинкарук А.В. Научно-методические основы государственного регулирования устойчивого человекоцентрического развития регионов // *Экономический вестник Донбасса*. 2020. №. 1 (59). С.164-180.
- 2 Кузьмук С.Г. Социализация экономики в контексте современных трансформаций в экономике // *Экономическая теория*. 2018. Т. 15. №. 2. С. 41–59.
- 3 Иванова Т.Л. Социокультурная стратегия, как важнейшая составляющая мультипарадигмы устойчивого динамичного развития национальной экономики // *Стратегическое управление социально-экономическим развитием: новые вызовы-новые решения*. 2019. С. 6–15.
- 4 Tuena C., Chiappini M., Repetto C., Riva G. Artificial Intelligence in Clinical Psychology // *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*, Elsevier, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818697-8.00001-7>.
- 5 Suso-Ribera C., Castilla D., Martínez-Borba V., Jaén I., Botella C., Baños R.M, García-Palacios A. Technological Interventions for Pain Management // *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*, Elsevier, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818697-8.00009-1>.
- 6 Fletcher G., Griffiths M. Digital transformation during a lockdown // *International Journal of Information Management*, 2020, 102185. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102185.
- 7 Giones F., Brem A., Berger A. Strategic decisions in turbulent times: Lessons from the energy industry // *Business Horizons*. 2019. V. 62. № 2. P. 215–225. doi: 10.1016/j.bushor.2018.11.003.
- 8 Bennett N., Lemoine G.J. What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world // *Business Horizons*. 2014. V. 57. № 3. P. 311–317. doi: 10.1016/j.bushor.2014.01.001.
- 9 Baran B.E., Woznyj H.M. Managing VUCA: The human dynamics of agility // *Organizational Dynamics*. 2020. 11 p. doi: 10.1016/j.orgdyn.2020.100787.
- 10 Latha S., Prabu Ch. B. VUCA in Engineering Education: Enhancement of Faculty Competency for Capacity Building // *Procedia Computer Science*. 2020. V. 172. P. 741–747. doi: 10.1016/j.procs.2020.05.106.
- 11 Noda Y. Socioeconomical transformation and mental health impact by the COVID-19's ultimate VUCA era: Toward the New Normal, the New Japan, and the New World // *Asian Journal of Psychiatry*. 2020. V. 54. P. 102-262. doi: 10.1016/j.ajp.2020.102262.

References

- 1 SHinkaryuk A.V. Scientific and methodological foundations of state regulation of sustainable human-centered development of regions. *Economic Bulletin of Donbass*. 2020. no. 1 (59). pp.164-180.
- 2 Kuz'muk S.G. Socialization of the economy in the context of modern transformations in the economy. *Economic theory*. 2018.vol. 15. no. 2. pp. 41–59. (in Russian).

- 3 Ivanova T.L. Socio-cultural strategy as the most important component of the multiparadigm of sustainable dynamic development of the national economy. Strategic management of socio-economic development: new challenges, new solutions. 2019. pp. 6–15. (in Russian).
- 4 Tuena C., Chiappini M., Repetto C., Riva G. Artificial Intelligence in Clinical Psychology. Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology, Elsevier, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818697-8.00001-7>.
- 5 Suso-Ribera C., Castilla D., Martínez-Borba V., Jaén I., Botella C., Baños R.M, García-Palacios A. Technological Interventions for Pain Management. Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology, Elsevier, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818697-8.00009-1>.
- 6 Fletcher G., Griffiths M. Digital transformation during a lockdown. International Journal of Information Management, 2020. pp. 102185. doi: [10.1016/j.ijinfomgt.2020.102185](https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102185).
- 7 Giones F., Brem A., Berger A. Strategic decisions in turbulent times: Lessons from the energy industry. Business Horizons. 2019. vol. 62. no. 2. pp. 215–225. doi: [10.1016/j.bushor.2018.11.003](https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.11.003).
- 8 Bennett N., Lemoine G.J. What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world. Business Horizons. 2014. vol. 57. no. 3. pp. 311–317. doi: [10.1016/j.bushor.2014.01.001](https://doi.org/10.1016/j.bushor.2014.01.001).
- 9 Baran B.E., Woznyj H.M. Managing VUCA: The human dynamics of agility // Organizational Dynamics. 2020. 11 p. doi: [10.1016/j.orgdyn.2020.100787](https://doi.org/10.1016/j.orgdyn.2020.100787).
- 10 Latha S., Prabu Ch. B. VUCA in Engineering Education: Enhancement of Faculty Competency for Capacity Building. Procedia Computer Science. 2020. vol. 172. pp. 741–747. doi: [10.1016/j.procs.2020.05.106](https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.106).
- 11 Noda Y. Socioeconomical transformation and mental health impact by the COVID 19's ultimate VUCA era: Toward the New Normal, the New Japan, and the New World. Asian Journal of Psychiatry. 2020. vol. 54. pp. 102-262. doi: [10.1016/j.ajp.2020.102262](https://doi.org/10.1016/j.ajp.2020.102262).

Сведения об авторах

Елена В. Шкарупета д.э.н., профессор, кафедра цифровой и отраслевой экономики, Воронежский государственный технический университет, ул. 20-летия Октября, 84, г. Воронеж, 394071, Россия, 9056591561@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-3644-4239>

Александр Ю. Гончаров д.э.н., доцент, кафедра общественного здоровья, здравоохранения, гигиены и эпидемиологии ИДПО, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Студенческая ул., 10, г. Воронеж, 394036, Россия, alex.g007@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4291-6052>

Надежда А. Серебрякова д.э.н., профессор, кафедра теории экономики и учетной политики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nad.serebryakova@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-2952-9587>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Elena V. Shkarupeta Dr. Sci. (Econ.), professor, digital and sectoral economics department, Voronezh State Technical University, st. 20th anniversary of October, 84, Voronezh, 394071, Russia, 9056591561@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-3644-4239>

Alexander Yu. Goncharov Dr. Sci. (Econ.), assistant professor, public health, health care, hygiene and epidemiology IDPO department, Voronezh State Medical University N.N. Burdenko, Студенческая ул., 10, г. Воронеж, 394036, Russia, alex.g007@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4291-6052>

Nadezhda A. Serebryakova Dr. Sci. (Econ.), professor, theory of economics and accounting policy department, Voronezh State University of Engineering Technologies, 19 Revolyutsii Ave., Voronezh, 394036, Russia, nad.serebryakova@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-2952-9587>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 20/06/2020	После редакции 20/07/2020	Принята в печать 18/08/2020
Received 20/06/2020	Accepted in revised 20/07/2020	Accepted 18/08/2020

Инновационные подходы к развитию персонала в российских организациях

Екатерина С. Дашкова	¹	dashkova-82@mail.ru	 0000-0001-7323-0788
Наталья В. Дорохова	²	nv_dorohova@mail.ru	 0000-0001-7092-2623
Олеся А. Зенкова	¹	radiant_olesia@mail.ru	 0000-0002-6285-6969
Михаил И. Исаенко	²	misaenko90@yandex.ru	 0000-0002-1872-4379

¹ Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, г. Воронеж, 394018, Россия

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. В статье раскрыты инновационные подходы профессионального обучения, переподготовки и повышения квалификации работников, построения их деловой карьеры для отечественных организаций. Обосновано увеличение значимости человеческих ресурсов в современных условиях гипернеопределенности внешней среды организации. Определены ключевые барьеры, препятствующие реализации концепции самообучающихся организаций в отечественной практике: недостаток компетентных специалистов, имеющих опыт реализации данной концепции на практике; дефицит финансовых ресурсов; непонимание и неготовность со стороны руководства реализовывать данную концепцию. Описаны инновационные методы обучения персонала: кейсовый метод, обучение по методу «Secondment», дистанционное обучение, тренинг, коучинг, обучение по методу «budding», виртуальное обучение, геймификация (игрофикация), метод Lego serious play. Раскрыты инновационные подходы построения деловой карьеры, реализуемые в условиях усиления мобильности персонала посредством использования метода «командирования» и горизонтального продвижения, что может способствовать формированию мультикомпетентности и повышению конкурентоспособности работника. Обоснована экономическая и социальная эффективность инвестирования в развитие человеческих ресурсов организации. Экономическая эффективность сводится к повышению качества трудовых ресурсов, получению дополнительной прибыли, оптимизации рабочего процесса, повышению конкурентоспособности на рынке. Социальная эффективность выражается в повышении удовлетворенности работников от процесса обучения и профессионального роста, его мотивации к работе и повышению лояльности к своей организации. Сделан вывод о том, что использование для российских организаций инновационных подходов развития персонала повысит ожидаемые экономические и социальные эффекты даже в условиях нестабильности финансового положения организаций и кризиса экономики.

Ключевые слова: человеческие ресурсы, профессиональное развитие персонала, профессиональное обучение персонала, инновационные методы обучения персонала, деловая карьера

Innovative approaches to personnel development in Russian organizations

Ekaterina S. Dashkova	¹	dashkova-82@mail.ru	 0000-0001-7323-0788
Natalia S. Dorokhova	²	nv_dorohova@mail.ru	 0000-0001-7092-2623
Olesya A. Zenkova	¹	radiant_olesia@mail.ru	 0000-0002-6285-6969
Michael I. Isaenko	²	misaenko90@yandex.ru	 0000-0002-1872-4379

¹ Voronezh state University, 1 Universitetskaya PL., Voronezh, 394018, Russia

² Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The article reveals innovative approaches to professional training, retraining and advanced training of employees, building their business careers for domestic organizations. The increase in the importance of human resources in modern conditions of hyperdeterminacy of the external environment of the organization is justified. The key barriers that prevent the implementation of the concept of self-learning organizations in domestic practice are identified: lack of competent specialists who have experience in implementing this concept in practice; lack of financial resources; lack of understanding and unwillingness on the part of management to implement this concept. Innovative methods of personnel training are described: case method, "Secondment" training, distance learning, training, coaching, "budding" training, virtual training, gamification (gamification), Lego serious play method. The article reveals innovative approaches to building a business career, implemented in conditions of increasing staff mobility through the use of the "secondment" method and horizontal promotion, which can contribute to the formation of multicompetence and increase the employee's competitiveness. The economic and social efficiency of investment in the development of human resources of the organization is justified. Economic efficiency is reduced to improving the quality of labor resources, generating additional profit, optimizing the workflow, and increasing competitiveness in the market. Social effectiveness is expressed in increasing employee satisfaction with the process of training and professional growth, their motivation to work and increasing loyalty to their organization. It is concluded that the use of innovative approaches to personnel development for Russian organizations will increase the expected economic and social effects even in conditions of instability of the financial situation of organizations and the economic crisis.

Keywords: human resources, professional development of personnel, professional training of personnel, innovative methods of training of personnel, business career

Для цитирования

Дашкова Е.С., Дорохова Н.В., Зенкова О.А., Исаенко М.И. Инновационные подходы к развитию персонала в российских организациях // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 274–278. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-274-278

For citation

Dashkova E.S., Dorokhova N.V., Zenkova O.A., Isaenko M.I. Innovative approaches to personnel development in Russian organizations. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 274–278. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-274-278

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Бесспорным является тот факт, что человеческие ресурсы играют важнейшую роль в современной экономической реальности. Глобализация информационной среды, усиление конкуренции на мировом рынке труда, а также переход к новому технологическому укладу сформировали условия, при которых значение человеческого фактора в эффективности производства существенно возросло. Соглашаясь с Е.Е. Питасовой, важно отметить следующее: «...в условиях трансформации процесса общественного воспроизводства в качественно новое инновационное состояние человеческие ресурсы становятся системообразующим фактором экономического роста. Вследствие этого исследования в сфере воспроизводства человеческих ресурсов, их количественного и качественного состава, а также их влияние на темпы экономического роста являются актуальными для экономической науки» [1]. Умение быстро адаптироваться и принимать решения в условиях гипернеопределенности, спровоцированной эпидемией COVID-19, также доказало ценность человеческих ресурсов в сложившейся ситуации. Следовательно, первостепенная роль человека в организации проявляется как на этапе развития, так и кризиса экономики.

Методы

Высокое качество человеческих ресурсов во многом обеспечивается в условиях их непрерывного профессионального и личностного развития. Данная идея уже получила свое отражение в концепции самообучающейся организации. Одним из тех, кто ввел в научный оборот понятие «самообучающаяся организация» (Learning Organization), стал Питер Сенге. Он дал следующую характеристику данным организациям: «В такой организации воспитываются новые, ёмкие паттерны мышления, а коллектив, в свою очередь, свободен в своем устремлении и работники учатся учиться вместе» [2]. Среди отечественных ученых вопросами развития концепции обучающихся организаций в практике управления человеческими ресурсами занимались Семушкина С.Р. Скворцова В.С., Спивак В.А. [3–5].

Реализация данной концепции в практике отечественных организаций сопряжена с рядом проблем: недостаток компетентных специалистов, имеющих опыт реализации данной концепции на практике; дефицит финансовых ресурсов; непонимание и неготовность со стороны руководства реализовывать данную концепцию.

Воплотить на практике концепцию самообучающейся организации можно посредством систем развития персонала, представляющих собой целый комплекс мероприятий: определение

стратегии развития персонала, планирование потребности в кадрах, адаптация персонала, профессиональное обучение, переподготовку и повышение квалификации работников, построение деловой карьеры, формирование кадрового резерва и развитие организационной культуры [6]. Базовыми элементами системы развития персонала, позволяющими реализовать в целом задачу профессионального, личностного развития каждого работника и в частности данную концепцию, являются, на наш взгляд, профессиональное обучение, переподготовка и повышение квалификации работников, построение деловой карьеры.

Результаты и обсуждение

Для профессионального обучения и повышения квалификации работников сегодня в передовых зарубежных и отечественных компаниях применяются следующие инновационные методы обучения:

- кейсовый метод,
- обучение по методу Secondment,
- дистанционное обучение,
- тренинг,
- коучинг,
- обучение по методу buddying,
- виртуальное обучение,
- геймификация (игрофикация),
- метод Lego serious play и др.

Метод конкретных ситуаций (или метод Case-study) заключается в том, что искусственно создается та или иная ситуация, при этом работник располагает набором определенных обстоятельств или условий, от выбора каждого из которых будет зависеть конечный результат [7]. Цель метода – это осуществление выбора оптимального решения в сложившейся ситуации. В результате применения этого метода у работника вырабатывается механизм принятия управленческих решений в реальных рабочих ситуациях. Кроме этого, можно развить навыки командной работы и совместного принятия решений, развить навыки самоорганизации в условиях неожиданности и неопределенности, навыки самопрезентации и т. д.

Метод «командирования» (Secondment) подразумевает временное перемещение работника на аналогичное место работы в рамках одной организации или за ее пределы [8]. В некоторых случаях происходит временный обмен сотрудниками между двумя компаниями, что позволяет им расширить свой профессиональный опыт за счет обогащения новыми знаниями и навыками. Данный метод может применяться и в рамках управления деловой карьерой. В тех компаниях, где имеются естественные ограничения по «вертикальной» карьере, такой метод весьма целесообразен и эффективен.

Одним из наиболее перспективных в нынешней реальности – угроза «затягивания» пандемии, дефицит финансовых ресурсов – является, по нашему мнению, дистанционное обучение, предполагающее возможность обучаться на расстоянии (на рабочем месте или дома) с помощью применения современных информационных технологий. Дистанционное обучение является достаточно гибким, так как позволяет не только обучаться на расстоянии, но и осуществлять выбор программы под особенности конкретной организации и профессии, совмещать обучение и работу, осуществлять организацию процесса обучения. Бесспорным достоинством этого метода является существенная экономия затрат на обучение. При этом надо понимать, что эффект от данного метода может быть при наличии внутренней потребности и мотивации к получению необходимых знаний и навыков.

Тренинг – один из методов обучения, который применяется в ситуации, когда возникает потребность организации в отработке определенных навыков у сотрудников. Это в большей степени ориентированный на практику метод, который позволяет применять полученные знания сразу же после овладения ими, при этом наблюдается рост мотивации работников во время прохождения такого рода обучения. Однако, качественные тренинги являются дорогостоящими.

Коучинг (Coaching) в отличие от тренинга применяется в том случае, если в компании не существует готового решения для возникающих проблем. Он более концептуален, чем тренинг. Спецификой коучинга является последовательное обучение и развитие необходимых компетенций, получение теоретико-практических знаний, а также стимулирование работников к самостоятельному использованию своего потенциала для получения необходимого результата. Преимущество данного метода достаточно точно обозначила Е.Г. Толкунова: «Благодаря целенаправленному внедрению коучинга в организации создается новый тип сотрудников, максимально реализующих на своем рабочем месте свой потенциал, проявляющих инициативу, заинтересованных в развитии и процветании компании. Многие исследователи отмечают существенное влияние коучинга на повышение производительности труда, создание атмосферы креативности, командности, лояльности к компании» [9].

Обучение по методу «Buddying» заключается в следующем: за работником закрепляется партнёр («buddy»), который обязан поддерживать постоянную обратную связь о действиях и решениях того, за кем он закреплен, при этом

отношение обоих участников обучения абсолютно равноправны, то есть этот метод не предусматривает обучаемого и обучающегося или наставника и подопечного. Основные принципы использования данного метода сводятся к обязательной постановке целей, доверительному и непредвзятому отношению обеих сторон, взаимоуважению, построению алгоритма взаимодействия друг с другом, а их несоблюдение влечет за собой недопонимание или возникновение конфликтных ситуаций.

Виртуальное обучение связано с виртуальной реальностью. Оно позволяет с помощью современных технологий (шлемы, очки виртуальной реальности) погрузиться в виртуальную среду, похожую на реальность, и получить новый профессиональный опыт и знания. Данный формат обучения особенно актуален для профессий с высоким уровнем риска (например, врачи, пилоты и т. д.).

Достаточно новым является метод геймификация (игрофикация), который стал известен благодаря использованию игровых подходов в обучении работников. Существуют различные варианты геймификации: компьютерные и настольные игры, квесты, диалоговые тренажеры, дистанционные курсы с распознаванием голоса и т. д. Результатом применения данного метода, как пишет О.В. Орлова, может быть, модификация поведения персонала в нужном для организации направлении, увеличение вовлеченности работников в процесс обучения, повышение их лояльности и мотивации [10].

Метод Lego serious play также относится к игровым инструментам и является совсем новым для отечественного бизнеса. Он представляет собой методику группового взаимодействия для принятия решения в нестандартных условиях ведения бизнеса, для визуализации которых применяются наборы ЛЕГО.

Среди инновационных подходов, используемых в управлении деловой карьерой, можно обозначить описанный выше метод «командирования» («Secondment»), горизонтального продвижения, которые способствуют формированию так называемой мультикомпетентности и тем самым повышению конкурентоспособности работника на внутреннем и внешнем рынках труда. Мультикомпетентность – это надпредметные профессиональные компетенции, которые предполагают высокую степень обучаемости, адаптивности и саморегуляции личности [11, 12]. На сегодняшний день профессиональная карьера многими молодыми специалистами воспринимается как самореализация личности. Ценность престижа компании, в которой трудится человек,

выше наименования должности. Карьерными достижениями для современных работников считаются возможность совмещения работы в нескольких компаниях, что отражает востребованность и высокую репутацию на рынке труда.

Заключение

Целесообразность инвестирования в развитие человеческих ресурсов организации обусловлена соответствующей экономической и социальной эффективностью. Первая сводится к повышению качества трудовых ресурсов, получению дополнительной прибыли, оптимизации рабочего процесса, повышению конкурентоспособности на рынке. Для того чтобы достичь

максимального эффекта и подтвердить оправданность финансовых вложений в развитие персонала, руководству современной организации необходимо уделять большое внимание вопросу всестороннего совершенствования работника. Социальная эффективность выражается в повышении удовлетворенности работников от процесса обучения и профессионального роста, его мотивации к работе и повышению лояльности к своей организации. При этом использование для российских организаций инновационных подходов развития персонала повысит ожидаемые экономические и социальные эффекты даже в условиях нестабильности финансового положения организаций и кризиса экономики.

Литература

- 1 Питасова Е.Е. Роль человеческих ресурсов в системе факторов экономического роста // Вестник ГУУ. 2012. № 10. С. 189-192.
- 2 Senge P.M. The Fifth Discipline: The Art and Practice of The Learning Organization. New York: Currency Doubleday, 1990. 371 p.
- 3 Семушкина С.Р. Концепция обучающейся организации: теоретические основы и пути развития // Проблемы теории и практики управления. 2005. № 6. С. 89-93.
- 4 Скворцова В.С. Концепция обучающейся организации и её применение в практике менеджмента // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2014. №3. С. 4. URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/03/3844>
- 5 Спивак В.А. Обучающаяся организация. Управление персоналом для менеджеров. URL: <https://marketing.wikireading.ru/41788>
- 6 Герш М.В. Развитие персонала. Отдел кадров коммерческой организации. URL: <https://hr-portal.ru/article/razvitiye-personala>
- 7 Козлова О.А., Сычева М.Н. Инновационные методы обучения персонала: зарубежный и отечественный опыт // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 6. С. 160-164.
- 8 Дуракова И.Б. Управление персоналом. URL: <http://www.libros.am/book/read/id/363960/slug/upravlenie-personalom-1>
- 9 Толкунова Е.Г. Коучинговый подход к управлению персоналом: проблемы и перспективы // Economics. 2017. № 7 (28).
- 10 Орлова О.В., Титова В.Н. Геймификация как способ организации обучения // Вестник ТГПУ. 2015. № 9 (162). С. 60-63.
- 11 Федченко А.А., Зенкова О.А., Прилепин В.В. Роль мультикомпетентности в новом технологическом укладе // Инновационные доминанты социально-трудовой сферы: мат. Междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 21 мая 2020 г. 2020. С. 325-330.
- 12 Deadrick D.L. Gibson P.A. An examination of the research-practice gap in HR: Comparing topics of interest to HR academics and HR practitioners // Human Resource Management Review. 2007. V. 17(2). pp. 131-139.

References

- 1 Pitsova E.E. the Role of human resources in the system of economic growth factors. Guu Bulletin. 2012. no. 10. pp. 189-192. (in Russian).
- 2 Senge P.M. The Fifth Discipline: The Art and Practice of The Learning Organization. New York: Currency Doubleday, 1990. 371 p.
- 3 Semushkina S.R. The concept of a learning organization: theoretical foundations and ways of development. Problems of management theory and practice. 2005. no. 6. pp. 89-93. (in Russian).
- 4 Skvorcova V.S. The conception of a learning organisation and its use in management practice. Economics and management of innovative technologies. 2014. no.3. pp. 4. URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/03/3844> (in Russian).
- 5 Spivak V.A. Learning organization. Human resource management for managers. Available at: <https://marketing.wikireading.ru/41788> (in Russian).
- 6 Gersh M.V. personnel Development. Human resources Department of a commercial organization. Available at: <https://hr-portal.ru/article/razvitiye-personala> (in Russian).
- 7 Kozlova O.A., Sycheva M.N. Innovative methods of personnel training: foreign and domestic experience. International journal of applied and fundamental research. 2018. no. 6. pp. 160-164. (in Russian).
- 8 Durakova I.B. Personnel Management. Available at: <http://www.libros.am/book/read/id/363960/slug/upravlenie-personalom-1> (in Russian).
- 9 Tolkunova E.G. Coaching approach to personnel management: problems and prospects. Economics. 2017. no. 7 (28). (in Russian).
- 10 Orlova O.V., Titova V. N. Gamification as a way of organizing training. Bulletin of TSPU. 2015. no. 9 (162). pp. 60-63. (in Russian).
- 11 Fedchenko A.A., Zenkova O.A., Prilepin V.V. The Role of multicompetence in the new technological order. Innovative dominants of the social and labor sphere. Voronezh, May, 2020. pp. 325-330. (in Russian).
- 12 Deadrick D.L. Gibson P.A. An examination of the research-practice gap in HR: Comparing topics of interest to HR academics and HR practitioners. Human Resource Management Review. 2007. vol. 17(2). pp. 131-139.

Сведения об авторах

Екатерина С. Дашкова д.э.н., доцент, кафедра экономики труда и основ управления, Воронежский государственный университет, Университетская площадь, 1, г. Воронеж, 394018, Россия, dashkova-82@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7323-0788>

Наталья В. Дорохова к.э.н., доцент, кафедра торгового дела и товароведения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nv_dorohova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7092-2623>

Олеся А. Зенкова преподаватель, кафедра экономики труда и основ управления, Воронежский государственный университет, Университетская площадь, 1, г. Воронеж, 394018, Россия, radiant_olesia@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6285-6969>

Михаил И. Исаенко старший преподаватель, кафедра торгового дела и товароведения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия), misaenko90@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1872-4379>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Ekaterina S. Dashkova Dr. Sci. (Econ.), associate professor, economics and management basics department, Voronezh State University, University square 1, Voronezh, 394018, Russia, dashkova-82@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7323-0788>

Natalia S. Dorokhova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, trade and commodity science department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nv_dorohova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7092-2623>

Olesya A. Zenkova Lecturer, economics and management basics department, Voronezh State University, University square 1, Voronezh, 394018, Russia, radiant_olesia@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6285-6969>

Michael I. Isaenko senior lecturer, trade and commodity science department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, misaenko90@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1872-4379>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 23/04/2020	После редакции 20/05/2020	Принята в печать 29/07/2020
Received 23/04/2020	Accepted in revised 20/05/2020	Accepted 29/07/2020

Стратегии развития универсальных навыков для VUCA-мира

Мария А. Мещерякова ¹	masha0207@mail.ru	 0000-0002-6185-112X
Олег Г. Шальнев ¹	shog2003@mail.ru	 0000-0003-4291-6052
Марина В. Филатова ²	fltmrn@rambler.ru	 0000-0002-6056-8576

¹ Воронежский государственный технический университет, 20-летия Октября, 84, г. Воронеж, 394071, Россия

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены теоретико-практические аспекты развития универсальных навыков в условиях высокой неопределенности внешней среды. Актуальность исследования подтверждается тем, что в последние десять лет много говорилось о важности цифровых навыков в мире будущего, об умении учиться всю жизнь как главном качестве работника, о том, как работодатели всё больше начинают ценить «мягкие» навыки сотрудников. Но мало кто мог представить, что будущее в буквальном смысле наступит прямо сейчас. Из-за введения карантина во многих странах по всему миру и экономического кризиса организации вынуждены трансформироваться в кратчайшие сроки, в том числе перестраиваться на удаленную работу и осваивать для этого новые цифровые инструменты. Даже обычно консервативные сферы — здравоохранение и образование — срочно осваивают телемедицину и дистанционное обучение. Сделан вывод, что успешность происходящих трансформаций только частично зависит от технической готовности и цифровых навыков. Гораздо больше она связана с тем, насколько руководители и сотрудники готовы разрабатывать и принимать нестандартные решения, поддерживать коммуникацию, адаптировать рабочие процессы, расставлять приоритеты. Основная мысль исследования заключается том, что прорывное развитие цифровых технологий не приведет к цифровизации всей экономики. Напротив, обретут дополнительную ценность особые человеческие качества, ввиду того что их невозможно автоматизировать. Еще одна предпосылка в пользу постепенного возрастания важности некоего спектра человеческих навыков — особые условия современной экономики. Она весьма требовательна и к бизнесу, и к обществу, и к отдельному человеку, даже если исключить факторы кризиса или форс-мажора. В заключении, сделан вывод, что новой нормой стали высокие ожидания от индивидуальной эффективности и результатов, которых достигает компания, а стремительный темп изменений не дает возможности предсказать, какие знания, навыки и инструменты пригодятся даже в обозримом будущем.

Ключевые слова: инновационное развитие, креативное мышление, цифровые компетенции, универсальные навыки, VUCA

Strategies for Developing Universal Skills for the VUCA World

Maria A. Meshcheryakova ¹	masha0207@mail.ru	 0000-0002-6185-112X
Oleg G. Shalnev ¹	shog2003@mail.ru	 0000-0003-4291-6052
Marina V. Filatova ²	fltmrn@rambler.ru	 0000-0002-6056-8576

¹ Voronezh State Technical University, 20th anniversary of October, 84, Voronezh, 394071, Russia

² Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Over the past ten years, there has been a lot of talk about the importance of digital skills in the world of the future, about the ability to learn throughout life as the main quality of an employee, about how employers are increasingly beginning to appreciate the “soft” skills of employees. But few could have imagined that the future would literally come right now. Due to the introduction of quarantine in many countries around the world and the economic crisis, organizations are forced to transform in the shortest possible time, including reorganizing to remote work and mastering new digital tools for this. Even the usually conservative spheres of healthcare and education are urgently adopting telemedicine and distance learning. The success of the ongoing transformations is only partially dependent on technical readiness and digital skills. It is much more related to the extent to which managers and employees are ready to develop and make non-standard decisions, maintain communication, adapt work processes, and set priorities. The main idea is that the breakthrough development of digital technologies will not lead to digitalization of the entire economy. On the contrary, special human qualities will acquire additional value, since they cannot be automated. Another premise in favor of the gradual increase in the importance of a certain spectrum of human skills is the special conditions of the modern economy. It is very demanding on both business and society and an individual, even if we exclude the factors of crisis or force majeure. High expectations of individual performance and company results have become the new norm, and the rapid pace of change makes it impossible to predict what knowledge, skills and tools will be useful even in the foreseeable future.

Keywords: innovative development, creative thinking, digital competencies, universal skills, VUCA

Введение

Настоящее исследование ставит перед собой целью ответить на следующие вопросы: какие навыки необходимы каждому в VUCA-мире? Какие навыки необходимы, чтобы выстроить эффективную работу в диверсифицированных командах? Каким должен быть лидер, чтобы вести команду в условиях сложно прогнозируемого

развития событий? Как грамотно встроить развитие универсальных навыков в программу обучения и профессиональную деятельность?

Для обозначения мира непредсказуемых и быстрых изменений в бизнес-среде уже привычно используется термин VUCA, пришедший из лексикона американских военных. VUCA-мир — это мир, в котором приходится

Для цитирования

Мещерякова М.А., Шальнев О.Г., Филатова М.В. Стратегии развития универсальных навыков для VUCA-мира // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 279–283. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-279-283

For citation

Meshcheryakova M.A., Shalnev O.G., Filatova M.V. Strategies for Developing Universal Skills for the VUCA World. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 279–283. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-279-283

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

принимать решения в условиях нестабильности (volatility), неопределенности (uncertainty), сложности (complexity) и неоднозначности (ambiguity). Закономерно, что для обозначения навыка, необходимого для выживания в таком мире, снова может пригодиться военный термин «когнитивная готовность» (cognitive readiness), который отлично описывает требования к руководителям в политике, бизнесе и образовании.

В кризисное время обнажаются слабые места социально-экономических процессов: компаниям приходится в аварийном режиме организовывать новые форматы работы и взаимодействия, чтобы оставаться функциональными, а работникам – в спешном порядке подстраиваться под изменившиеся условия. В статье рассмотрены условия, когда универсальные навыки помогают мобилизоваться, сохранить эффективность и благополучие.

Методы

Международная консалтинговая компания Deloitte в одной из глав обзора *The Future of Work* (2019 г.) [1] вводит понятие *enduring human capabilities* («устойчивые человеческие способности») – некие стойкие качества личности, проявление которых не зависит от контекста. Именно человеческим способностям, по мнению специалистов Deloitte, должны уступить место привычные навыки.

Global Education Futures и WorldSkills Russia в докладе «Навыки будущего: что нужно знать и уметь в новом сложном мире» [2] при описании комплексной модели компетенций оперируют метафорой матрешки. Наружная часть матрешки отведена контекстным навыкам (привычным предметным), средняя – кросс-контекстным (тем, что привыкли называть «мягкими» навыками), а самая глубинная – спектру экзистенциальных навыков. Под ними понимаются такие долговременные способности, которые можно применять в течение жизни и в разных контекстах личности.

В докладе Всемирного экономического форума *New Vision for Education* (2015 г.) [3] фигурирует понятие «черты характера», такие как любопытство, инициативность, адаптивность, лидерство, осознанность и другие.

Всемирный банк в отчете *Learning to Realize Education's Promise* (2018 г.) [4], помимо когнитивных и практических навыков, выделяет социально-эмоциональные.

Глобальная институция «Азиатское общество» (Asia Society) в докладе *System Supports for 21st Century Competencies* (2016 г.) [5], подготовленном совместно с университетами Гонконга,

Сингапура, Южной Кореи и Японии, предлагает систему из когнитивных, межличностных и внутриличностных навыков.

Уже есть попытки ответить на эти вопросы. В конце 2019 года международный консорциум ученых под руководством Института образования НИУ ВШЭ по инициативе Благотворительного фонда Сбербанка «Вклад в будущее» опубликовал ключевые итоги своей двухлетней работы [6] по изучению понятийных рамок, связанных с теми универсальными навыками, которым пока не нашлось единого названия.

Авторы проанализировали перечни компетенций из более чем 180 моделей навыков XXI века, в том числе почти все, что были указаны выше, а также доклады Европейской комиссии, ОЭСР, ЮНЕСКО и других международных и национальных организаций.

Эксперты предлагают отталкиваться от главного свойства таких навыков – универсальности – и именовать их универсальными компетентностями (*key competencies*).

Результаты

Исследователи оставляют за каждой организацией право включать в свой список какое угодно количество универсальных качеств и способностей, но рекомендуют ограничить верхний слой иерархии тремя блоками [7]:

1. Социальная компетентность.
2. Компетентность мышления.
3. Компетентность взаимодействия с собой.

Специалисты Ashoka и McKinsey & Company в уже упоминавшемся отчете *The Skilling Challenge* [1] предлагают еще один важный процесс – метаскиллинг. В их концепции апскиллинг и рескиллинг – более краткосрочные меры, которые позволят выстоять в первой мощной волне технических инноваций или кризисов. Преодолеть следующие волны поможет именно метаскиллинг, то есть курс на развитие универсальных навыков [7].

Обсуждение

В условиях ускоряющихся технологических, экономических и социальных изменений организации возлагают на своих лидеров новые надежды.

Исследования последних лет [8–13] показывают, что перед руководителями разного уровня ставятся следующие задачи [7]:

- вести вперед в условиях неоднозначности и сложности;
- брать на себя ответственность за принятие решений, даже когда приходится выбирать между «плохим» и «очень плохим»;
- действовать в коллаборации с другими лидерами организации, достигая общих целей;

- работать с сетью команд, многие из которых диверсифицированы;
- управлять и вдохновлять в режиме дистанционной работы;
- быть в курсе развития технологий, влияющих на бизнес (использовать позитивные возможности, исключать негативные последствия);
- способствовать развитию других сотрудников, в том числе готовить новых лидеров.

Всё это требует целого комплекса навыков, часть которых связана с мышлением, часть — со взаимодействием с другими людьми.

Творческое мышление и незаурядные способности зачастую ассоциируются с великими умами. Творчество связывают с индивидуализмом, нонконформизмом, отрицанием устоев и правил. Кажется, такие качества нужны единицам, но никак не каждому, и уж точно они неуместны в мире корпоративных стратегий. Но практика показывает другое. Глобальные кризисы и скорость экономических изменений лишают нас возможности действовать проверенными способами. Любой организации жизненно необходимо постоянно изобретать новые подходы, продукты и решения, чтобы выжить и развиваться на крайне конкурентном рынке. Это приводит к необходимости рассматривать креативность не как отличительную черту отдельных выдающихся личностей, а как необходимое для выживания качество — способность создавать эффективные и оригинальные решения для комплексных проблем, с которыми ранее никто не сталкивался.

Кроме того, представление о природе креативности за последние десятилетия сильно изменилось. Благодаря исследованиям в области когнитивной и социальной психологии мы знаем, что решающее влияние на развитие творческих способностей оказывают воспитание и среда, а вовсе не врожденные данные. Значит, креативность можно развивать, как любой другой универсальный навык, встраивая ее в образовательные стратегии. До 2000-х годов изучение творческого мышления представляло предмет интересов психологов и социологов — и эти интересы практически никак не пересекались.

В настоящее время внимание научной среды привлечено к возможностям для создания креативной среды и управлению креативностью. Кроме того, произошел серьезный сдвиг в парадигме: если ранее творчество считалось делом людей искусства и науки, то сегодня креативность рассматривается как обязательное качество для человека, занимающегося любым видом деятельности. Во многом такая перемена связана с ускорением темпа жизни и непредсказуемостью происходящих изменений.

Современным организациям нужны люди, готовые трансформировать новые идеи и наблюдения в конкретные действия и создавать новые ценности. Например, нужны проактивные работники, которые выявляют проблемы и могут вовремя о них сообщить. Нужны сотрудники, которые могут придумать новый продукт или предсказать возможные варианты развития компании. Именно по этой причине компании постепенно переходят от концепции акционерства к концепции стейкхолдеров (заинтересованных лиц). Конкурентоспособные компании сегодня нуждаются в парадоксальных, на первый взгляд, решениях и совмещении несовместимого, что и позволяет выстроить инновационные процессы.

Характерная черта современной эпохи состоит в том, что многие социотехнические системы достигли своего так называемого идеального конечного результата. Чтобы в этом убедиться, достаточно посмотреть на предметы вокруг себя: на свое рабочее место, компьютер, смартфон, программное обеспечение и т. д. Это системы, практически достигшие своего идеала. В таких обстоятельствах компании вынуждены участвовать в постоянной конкурентной гонке, находить новые уникальные преимущества создаваемого продукта и завоевывать свою долю рынка. Для этого любой организации и нужны собственные креативные специалисты, которые воплощают свои идеи и превращают их в инновации.

В последнее десятилетие наблюдается интересный феномен: различные компании, в том числе и крупные, стремятся создавать внутренние (in-house) креативные подразделения. В первую очередь это касается творческой и IT-индустрии, поскольку в этих сферах креативные специалисты позволяют быстро и гибко создавать инновационные идеи и меняться под запросы окружающего контекста.

Универсальные навыки начинают формироваться у человека задолго до того, как он идет в школу. Кроме того, они формируются всю жизнь под влиянием среды и деятельности, даже если этот процесс не осмысливается и не направляется. Но без осознанной работы с этими способностями не обойтись в мире, где обучение в течение всей жизни становится необходимостью [7].

То, какие навыки развивают студенты при получении высшего образования, во многом определяют два фактора [7]:

- 1) запрос от потенциальных работодателей на определенные навыки выпускников. Работодатели могут опосредованно воздействовать на программу вузов или сами принимать участие в подготовке (базовые кафедры, спецкурсы и т. д.);

2) организация образования, когда сам процесс учебы способствует развитию тех или иных навыков. Например, если учебный план предполагает большое количество дисциплин по выбору, коллективную работу над проектами, участие в дебатах, то студенты учатся самоорганизации, взаимодействию в команде, критическому мышлению, публичным выступлениям.

Для ведущих университетов характерна стратегия развития кросс-функциональных навыков – максимальное сочетание обучения с практикой.

Скорость экономических и технологических изменений делает обучение персонала необходимым процессом для развития компаний.

Можно выделить две стратегии решения этого вопроса, причем организации могут успешно их совмещать [7].

Стратегия 1. Создание среды, способствующей развитию этих навыков в процессе достижения рабочих результатов.

Стратегия 2. Создание обучающих решений, направленных на развитие навыков мышления, взаимодействия и других универсальных навыков.

В создании среды для развития универсальных навыков важна роль руководителя как учителя. Несомненно, основная задача руководителя – добиваться результатов. Гораздо более сложной задачей является развитие участников команды. Если мы воспринимаем это как разные задачи, это может нас парализовать. А если мы одновременно добиваемся результатов и развиваемся – это идеальный случай.

Но руководитель должен быть не инструктором, который выпускает инструкции и декреты. Он должен бросать подчиненным вызов, создавать условия для управляемого открытия, когда человек не просто заполняет пробелы в знаниях, а приходит к построению новой системы знаний и поведения. Это происходит, когда он видит, что реальность не соответствует теории в его голове, не укладывается в его рамки. В этом должна состоять новая роль менеджера: понимать, в каком состоянии находится система знаний и ориентиров подчиненных, уровень компетенций, и поддерживать их в критическом состоянии, чтобы они могли воспринимать то, что не соответствует текущим догмам.

На каждом жизненном этапе формирование навыков и компетенций, которые позволяют человеку эффективно мыслить, сотрудничать, учиться, требует своей стратегии. Но все эти стратегии реализуются с соблюдением условий: осознания необходимости развития того или иного навыка самим человеком; создания среды и организация деятельности, которые способствуют развитию навыка; возможности оценки результата работы над навыком.

Заключение

Успешность происходящих трансформаций только частично зависит от технической готовности и цифровых навыков. Гораздо больше она связана с тем, насколько руководители и сотрудники готовы разрабатывать и принимать нестандартные решения, поддерживать коммуникацию, адаптировать рабочие процессы, расставлять приоритеты.

Литература

- 1 Hagel J., Brown J.S., Wooll M. Skills change, but capabilities endure. Why fostering human capabilities first might be more important than reskilling in the future of work. URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/technology-and-the-future-of-work/future-of-work-human-capabilities.html> (дата обращения: 24.09.2020).
- 2 Лошкарева Е., Лукша П., Ниненко И., Смагин И., Судаков Д. Навыки будущего. Что нужно знать и уметь в новом сложном мире. URL: https://worldskills.ru/assets/docs/media/WSdoklad_12_okt_rus.pdf (дата обращения: 24.09.2020).
- 3 New Vision for Education. Unlocking the Potential of Technology. World Economic Forum. Prepared in collaboration with The Boston Consulting Group. 2015. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf (дата обращения: 24.09.2020).
- 4 World Development Report 2018: Learning to Realize Education's Promise. 2017. URL: <https://reliefweb.int/report/world/world-development-report-2018-learning-realize-education-s-promise> (дата обращения: 24.09.2020).
- 5 Russell Ch.A. System Supports for 21st Century Competencies. 2016. 20 p. URL: http://asiasociety.org/files/system-supports-for-21st-century-competencies-2016_0.pdf (дата обращения: 24.09.2020).
- 6 Добряковой М.С., Фрумина И.Д., Баранникова К.А., Зиила Н. и др. Универсальные компетентности и новая грамотность: от лозунгов к реальности. Москва: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. 472 с.
- 7 Универсальные навыки для VUCA-мира // EduTech № 3 (34), 2020.
- 8 Fletcher G., Griffiths M. Digital transformation during a lockdown // International Journal of Information Management. 2020. 102185. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102185.
- 9 Giones F., Brem A., Berger A. Strategic decisions in turbulent times: Lessons from the energy industry // Business Horizons. 2019. V. 62. № 2. P. 215–225. doi: 10.1016/j.bushor.2018.11.003.
- 10 Bennett N., Lemoine G.J. What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world // Business Horizons. 2014. V. 57. № 3. P. 311–317. doi: 10.1016/j.bushor.2014.01.001.
- 11 Baran B.E., Woznyj H.M. Managing VUCA: The human dynamics of agility. Organizational Dynamics. 2020. 100787. doi: 10.1016/j.orgdyn.2020.100787.

12 Latha S., Prabu Ch. B. Vuca in Engineering Education: Enhancement of Faculty Competency for Capacity Building // Procedia Computer Science. 2020. V. 172. P. 741–747. doi: 10.1016/j.procs.2020.05.106.

13 Noda Y. Socioeconomical transformation and mental health impact by the COVID-19's ultimate VUCA era: Toward the New Normal, the New Japan, and the New World // Asian Journal of Psychiatry. 2020. V. 54. P. 102-262. doi: 10.1016/j.ajp.2020.102262.

References

1 Hagel J., Brown J.S., Wooll, M. Skills change, but capabilities endure. Why fostering human capabilities first might be more important than reskilling in the future of work. Available at: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/technology-and-the-future-of-work/future-of-work-human-capabilities.html> (accessed: 24.09.2020).

2 Loshkareva E., Luksha P., Ninenko I., Smagin I., Sudakov D. Navyki budushchego. CHto nuzhno znat' i umet' v novom slozhnom mire. Available at: https://worldskills.ru/assets/docs/media/WSdoklad_12_okt_rus.pdf (accessed: 24.09.2020). (in Russian).

3 New Vision for Education. Unlocking the Potential of Technology. World Economic Forum. Prepared in collaboration with The Boston Consulting Group. 2015. Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf (accessed: 24.09.2020).

4 World Development Report 2018: Learning to Realize Education's Promise. 2017. Available at: <https://reliefweb.int/report/world/world-development-report-2018-learning-realize-education-s-promise> (accessed: 24.09.2020).

5 Russell, Ch. A. System Supports for 21st Century Competencies. 2016. Available at: https://asiasociety.org/files/system-supports-for-21st-century-competencies-2016_0.pdf (accessed: 24.09.2020).

6 Dobryakov M.S., Frumina I.D., Barannikova K.A., Ziila N. et al. Universal'nye kompetentnosti i novaya gramotnost': ot lozungov k real'nosti. Moscow: Izd. dom Vysshej shkoly ekonomiki, 2020. 472 p. (in Russian).

7 Universal'nye navyki dlya VUCA-mira // EduTech № 3 (34), 2020. (in Russian).

8 Fletcher G., Griffiths M. Digital transformation during a lockdown. International Journal of Information Management. 2020. pp. 102-185. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102185.

9 Giones F., Brem A., Berger A. Strategic decisions in turbulent times: Lessons from the energy industry. Business Horizons. 2019. vol. 62, no. 2. pp. 215–225. doi: 10.1016/j.bushor.2018.11.003.

10 Bennett N., Lemoine G.J. What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world. Business Horizons. 2014. vol. 57, no. 3. pp. 311–317. doi: 10.1016/j.bushor.2014.01.001.

11 Baran B.E., Woznyj H.M. Managing VUCA: The human dynamics of agility. Organizational Dynamics. 2020. 100787. doi: 10.1016/j.orgdyn.2020.100787.

12 Latha S., Prabu Ch. B. Vuca in Engineering Education: Enhancement of Faculty Competency for Capacity Building. Procedia Computer Science. 2020. vol. 172. pp. 741–747. doi: 10.1016/j.procs.2020.05.106.

13 Noda Y. Socioeconomical transformation and mental health impact by the COVID-19's ultimate VUCA era: Toward the New Normal, the New Japan, and the New World. Asian Journal of Psychiatry. 2020. vol. 54. pp. 102-262. doi: 10.1016/j.ajp.2020.102262.

Сведения об авторах

Мария А. Мещерякова к.э.н., доцент, кафедра технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, Воронежский государственный технический университет, ул. 20-летия Октября, 84, г. Воронеж, 394071, Россия, masha0207@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6185-112X>

Олег Г. Шальнев к.э.н., доцент, кафедра цифровой и отраслевой экономики, Воронежский государственный технический университет, ул. 20-летия Октября, 84, г. Воронеж, 394071, Россия, shog2003@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4291-6052>

Марина В. Филатова к.э.н., доцент, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, fltvmrn@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6056-8576>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Maria A. Meshcheryakova Cand. Sci. (Econ.), assistant professor, Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, Voronezh State Technical University, st. 20th anniversary of October, 84, Voronezh, 394071, Russia, masha0207@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6185-112X>

Oleg G. Shalnev Cand. Sci. (Econ.), assistant professor, Department of Digital and Sectoral Economics, Voronezh State Technical University, st. 20th anniversary of October, 84, Voronezh, 394071, Russia, shog2003@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4291-6052>

Marina V. Filatova Cand. Sci. (Econ.), assistant professor, Department of Management, Organization of Production and Sectoral Economics, Voronezh State University of Engineering Technologies, 19 Revolyutsii Ave., Voronezh, 394036, Russia, fltvmrn@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6056-8576>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 12/06/2020	После редакции 20/07/2020	Принята в печать 14/08/2020
Received 12/06/2020	Accepted in revised 20/07/2020	Accepted 14/08/2020

Теории социально-экономических экосистем: закономерности и тенденции развития

Мадина В. Аликаева ¹	Alika123@rambler.ru	 0000-0003-1493-6320
Лорина О. Асланова ¹	aslanova.lo@ya.ru	 0000-0001-6702-4451
Астемир А. Шинахов ¹	blackxs27@gmail.com	 0000-0002-4960-5655

¹ Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, ул. Чернышевского, 173, г. Нальчик, 360004, Россия

Аннотация. Генезис интеграционных процессов на микро-, мезо- и макроуровнях современной деятельности субъектов хозяйствования свидетельствует о наличии концептуально новых уровней развития, базирующихся на активном использовании ресурсного потенциала, интеллектуального капитала и цифровой трансформации. Практика показывает, что нестабильность на определенных рынках влияет на комплементарные сегменты социоэкономического пространства и обуславливает необходимость поиска путей взаимодействия, позволяющих функционировать как единый «организм» для достижения синергетического эффекта и агрегированного укрепления устойчивости к внешним детерминантам. Своеобразной структурой синергетического взаимодействия власти, бизнеса, технологических лидеров и социально-экономических субъектов региона выступает социально-экономическая экосистема. В условиях неравномерного развития территорий возникает необходимость в процессе принятия управленческих решений опираться на существующие сообщества экономических агентов, основываясь на системной теории. Устранению разрозненных процессов управления, достижение стратегических целей социально-экономического развития региона способствует использование теории социально-экономических экосистем. В рамках системного подхода представлены тенденции и закономерности развития социально-экономических экосистем. Основными задачами социально-экономической экосистемы является внедрение лучших практик для удовлетворения ежедневных потребностей элементов этой экосистемы. Поскольку экосистема находится во времени и в пространстве, то у нее есть исторические, географические, этнические, политические и экономические границы. В нашем исследовании мы будем опираться на экономические и территориальные границы экосистемы.

Ключевые слова: экосистема, социально-экономическое развитие, цифровизация, инновационные процессы, интеграция, коэволюция возможностей, неравномерное развитие территорий

Theories of socio-economic ecosystems: patterns and development trends

Madina V. Alikaeva ¹	Alika123@rambler.ru	 0000-0003-1493-6320
Lorina O. Aslanova ¹	aslanova.lo@ya.ru	 0000-0001-6702-4451
Astemir A. Shinahov ¹	blackxs27@gmail.com	 0000-0002-4960-5655

¹ Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekova, st. Chernyshevsky, 173, Nalchik, 360004, Russia

Abstract. The genesis of integration processes at the micro-, meso- and macro-levels of modern activities of business entities indicates the presence of conceptually new levels of development based on the active use of resource potential, intellectual capital and digital transformation. Practice shows that instability in certain markets affects the complementary segments of the socioeconomic space and necessitates the search for ways of interaction that allow them to function as a single “organism” to achieve a synergistic effect and aggregate strengthening of resistance to external determinants. The social and economic ecosystem is a peculiar structure of synergistic interaction between the authorities, business, technological leaders and socio-economic subjects of the region. In the conditions of uneven development of territories, it becomes necessary in the process of making management decisions to rely on the existing communities of economic agents based on the system theory. The use of the theory of socio-economic ecosystems contributes to the elimination of disparate management processes, the achievement of strategic goals of the socio-economic development of the region. Within the framework of the systematic approach, trends and patterns of development of socio-economic ecosystems are presented. The main tasks of a socio-economic ecosystem are to implement best practices to meet the daily needs of the elements of this ecosystem. Since the ecosystem is located in time and space, then it has historical, geographic, ethnic, political and economic boundaries. In our study, we will rely on the economic and territorial boundaries of the ecosystem

Keywords: ecosystem, socio-economic development, digitalization, innovation processes, integration, co-evolution of opportunities, uneven development of territories

Введение

В условиях неравномерного развития территориальных образований имеющиеся традиционные экономические модели не позволяют в полной мере учитывать влияние «движущих сил» в долгосрочной перспективе, вследствие чего для повышения чувствительности таких моделей к внешним факторам они

подвергаются различным трансформациям в методологическом аспекте и становятся более сложными в плане их применения на практике [1].

В современных условиях наблюдаются процессы, связанные с релевантностью использования инновационных ресурсов, стимулированию формирования новых путей развития хозяйства, обусловленные цикличностью и нестабильностью экономического роста,

Для цитирования

Аликаева М.В., Асланова Л.О., Шинахов А.А. Теории социально-экономических экосистем: закономерности и тенденции развития // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 284–288. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-284-288

For citation

Alikaeva M.V., Aslanova L.O., Shinahov A.A. Theories of socio-economic ecosystems: patterns and development trends. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 284–288. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-284-288

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

необходимостью учета экологических факторов в производстве, увеличением социальных обязательств государства, сглаживанию неравномерности развития территорий и др.

Рассматривая подобные вопросы в контексте социально-экономического развития, в научной литературе и на практике можно встретить различные подходы решения проблем, основные положения которых базируются на таких тезисах, как инновационное развитие, цифровизация деятельности, экологичное производство, социальная ориентированность власти и бизнеса и т. д. Но при этом чаще всего перечисленные способы рассматриваются и прорабатываются по отдельности либо перекрестно, хотя их тесная взаимосвязь вполне очевидна.

Несмотря на имеющийся научный задел современной экономической теории (мысли), каждый финансовый кризис открывает новые «дыры» в традиционных концепциях хозяйствования, ориентированных в большей степени на абстрактные модели.

Такое положение побуждает к развитию новых подходов, максимально сокращающих разрывы между теоретической базой и практической реальностью. В качестве такого подходов была предложена теория экосистем, получившая в последние годы широкое распространение в экономических исследованиях.

Подобная концепция, ориентированная на тесную интеграцию различных компонентов образующих единую конструкцию, способна учитывать внутриформенные и межформенные взаимосвязи системообразующих звеньев, что позволит выстроить эффективную систему их коммуникации. Теоретико-методологические основы исследования теории социально-экономических экосистем.

Теоретико-методологические основы исследования теории социально-экономических экосистем

Генезис социально-экономической экосистемы берет начало в неоклассической теории, которая акцентировала внимание на деятельности отдельных фирм в условиях рынка. Дальнейшее развитие данная дефиниция получила в институциональной теории, рассматривающей институты, как совокупности экономических агентов, следующих определенным правилам. Следующим этапом стала эволюционная экономическая теория, которая анализировала поведение популяций экономических агентов, обладающих возможностью трансляции основных характеристик из поколения в поколение [2]. Понятие «социально-экономическая экосистема» возникло как промежуточное между понятиями «экономический агент» и «рынок» [3–6].

В работах российских исследователей Ахмадеева Б.А., Моисеева Н.А., Гайсиной Д.В., Никоноровой А.В. рассмотрено содержание целей и задача экосистемы; экосистема как единица экономического анализа описывается в работах Карпинской В.А., социально-экономические экосистемы затронуты в работах Клейнера Г.Б., изучение инновационного характера затронуто в статьях Дорошенко С.В., Соловьевой Т.С., кроме того, различные аспекты данной концепции активно анализируются (используются) и в исследованиях зарубежных авторов [1; 7–15].

Анализ существующих подходов позволил констатировать, что экосистема – это своеобразная инфраструктура синергетического взаимодействия власти, бизнеса, технологических лидеров и социально-экономических субъектов для обеспечения его технологического развития. В отличие от экосистемы биологической указанную выше экосистему целесообразно рассматривать как фрактальную структуру, т. е. взаимосвязи главной системы повторяются внутри каждой подсистемы.

При этом считаем возможным сопоставления функциональных компонентов биологической экосистемы путем адаптации через призму социально-экономических ролей (рисунок 1).



Рисунок 1. Схема взаимодействия звеньев в экосистеме [11]

Figure 1. The scheme of interaction of links in the ecosystem

Продуценты – класс «производителей», к данной группе целесообразно отнести государство и субъекты хозяйствования как институты, создающие общественные и частные блага;

Консументы – общество как потребитель создаваемых благ;

Редуценты – 1) экономические агенты, рециркулирующие производственные остатки, преследуя при этом экологические цели; 2) цифровые агенты, обеспечивающие информационные потребности участников системы; данный компонент можно (целесообразно) агрегировать в окружающую (экологическую) и информационную среды.

Взаимодействие звеньев (в форме классической диаграммы Венна) обеспечивает

функционирование экосистемы, соответствующее «жизненно» важным свойствам, а именно целостности, самовоспроизводимости, устойчивости.

Существенную роль в обеспечении целостности экосистемы играет развитие информационных технологий, благодаря которым процесс интеграции деятельности ускоряется из-за повышения объема и скорости передачи и обработки информации. Рециркуляция использования ресурсов в производстве выступает своего рода «экологическим агентом», что позволяет обеспечить более эффективную воспроизводимость системы путем повторного использования материалов.

Важно отметить, что достижение первых двух свойств не гарантирует устойчивость системы в долгосрочном периоде, что, в свою очередь, может быть достигнуто в процессе так называемой коэволюции возможностей и способностей участников экосистемы [1]. Именно процесс совместного развития будет являться индикатором интегральности взаимодействия для всех компонентов и подсистем.

Экосистемы отличаются от традиционных способов взаимодействия и не образуют интегрированные иерархии, несмотря на выделение ключевого звена в рамках данной концепции, функционируют как совокупность взаимосвязанных и взаимодополняемых компонентов [13].

В процессе эволюции экосистем от биологических и бизнес-систем до цифровых, инновационных и платформенных [10] трансформировались роли и схема взаимодействия функциональных компонентов. Социально-экономические экосистемы, как и прочие, обладают собственной спецификой, анализ чего позволит изучить закономерности ее развития.

Обсуждение

Социально-экономические экосистемы объединяют ряд особенностей взаимодействия в условиях инновационного развития: высокоэффективная экономика, обеспечивающая экономический рост и прогресс, максимизация конкурентных преимуществ, активное применение цифровых технологий, внедрение новых трендов развития. Соответственно, если мы говорим о новой концепции, необходимо преодолеть определенные этапы для трансформации от традиционных принципов функционирования. Факторами для такого перехода будут служить: инновационная активность, предпринимательская среда, экономическая продуктивность, уровень развития рынка труда, степень развитости использования интеллектуального капитала, степень равномерности развития территорий, уровень развития цифровой экономики. При этом можно интегрально оценивать все факторы

с равной долей каждого из них в общем показателе, что позволит оценить уровень развития социально-экономической экосистемы в целом и по ее отдельным частям.

Прежде всего, СЭ экосистема – это концепция, позволяющая перейти на новый качественный уровень развития социоэкономического пространства, своего рода парадигма, характеризующаяся различными процессами и свойствами, а именно:

- как эволюционный процесс: теория экосистемы требует новых качественных подходов к концепции экономического роста, ориентированных на качество и уровень жизни населения, включая новые переменные модели развития: основные потребности человека, интеллектуальный капитал, права человека, благополучие, участие в общественной жизни, политический, экономический, социальный, культурный прогресс;

- как динамический процесс: адаптирует взаимодействие индивидуума и общества во времени и пространстве;

- как многомерная концепция включает экономическую, социальную и научно-исследовательскую сферы;

- как новый взгляд: охватывает все инновационные процессы, происходящие как на макро-, так и на микроуровне;

- как процесс эффективного и справедливого распределения создаваемых благ.

Социально-экономическая подсистема отражает те же синергетические взаимосвязи, что и главная экосистема. Основными задачами социально-экономической экосистемы является внедрение лучших практик для удовлетворения ежедневных потребностей элементов этой экосистемы.

Представляет интерес и схема взаимодействия функциональных компонентов экосистемы в социально-экономическом аспекте (рисунок 2).

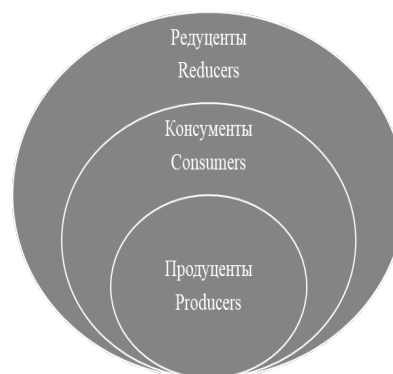


Рисунок 2. Схема взаимодействия звеньев в социально-экономической экосистеме [1]

Figure 2. The scheme of interaction of links in the socio-economic ecosystem [1]

Как видно из рисунка 2 взаимодействие выделенных компонентов в социально-экономической экосистеме отличается от классического (рисунок 1), тем самым в данном контексте акцентируется внимание на более тесную интеграцию звеньев. В предпринимательских экосистемах взаимодействие происходит в области соприкосновения компонентов системы, что указывает на наличие ограниченного ряда вопросов, требующих совместного решения.

Для сравнения, в социально-экономической экосистеме взаимодействие звеньев отражено в форме столбчатой диаграммы Венна, что, во-первых, свидетельствует о единстве всех решаемых вопросов в системе относительно компонентов, во-вторых, говорит о более перспективной возможности коэволюции способностей участников и, как следствие, повышении устойчивости системы в кратко-, средне- и долгосрочном периодах.

Такой подход также имеет высокий потенциал использования в социально-экономических исследованиях, направленных на сглаживание

неравномерности развития территорий. Создание факторной модели социально-экономической экосистемы с учетом уровня и направлений совершенствования территорий, образующих единое социоэкономическое пространство, позволит выстроить механизм выравнивания и стандартизации территориального развития.

Заключение

Хаотичность различных факторов, дифференцирующих потоки экономической активности и влияющих на развитие социальных систем требует усовершенствования подходов, используемых в социально-экономических исследованиях. Теория экосистем позволяет синхронизировать направления деятельности участников системы, выстраивая таким образом единую конструкцию функционирования, объединенную едиными системными целями и трендами развития.

Благодарности

Работа подготовлена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-010-00297).

Литература

- 1 Ахмадеев Б.А., Моисеев Н.В. Инновационная экосистема как ключевой фактор для экономического роста региона // Вестник РЭУ им. Г.В. Плеханова. 2016. № 4 (88). С. 145–153.
- 2 Клейнер Г.Б. Экономика экосистем: шаг в будущее // Экономическое возрождение России. 2019. № 1(59). С. 40–45.
- 3 Moore J.F. Predators and Prey: A New Ecology of Competition // Harvard Business Review. 1993. May/June. P. 75–86.
- 4 Андросик Ю.Н. Бизнес-экосистемы как форма развития кластеров // Экономика и управление: труды БГТУ. 2016. № 7. С. 38–44.
- 5 Дорошенко С.В., Шеломенцев А.Г. Предпринимательская экосистема в современных экономических исследованиях // Журнал экономической теории. 2017. № 4. С. 212–221.
- 6 Клейнер Г.Б. Промышленные экосистемы: взгляд в будущее // Экономическое возрождение России. 2018. № 2(56). С. 188–197.
- 7 Гайсина Д.В., Аболенцев А.В., Борухов С.А. Трансформация современных бизнес – моделей в сторону экосистем. URL: <https://www.businessstudio.ru/upload/iblock/7e6/Гайсина.pdf> (дата обращения 21.06.2020).
- 8 Никонорова А.В. Создание инновационной экосистемы и повышение качества жизни в регионе // Вестник университета. 2018. № 10. С. 49–53.
- 9 Карпинская В.А. Экосистема как единица экономического анализа // Системные проблемы отечественной мезоэкономики, микроэкономики, экономики предприятий: материалы Второй конференции Отделения моделирования производственных объектов и комплексов ЦЭМИ РАН (Москва, 12 января 2018 г.). Вып. 2. ЦЭМИ РАН Москва, 2018. С. 125–141. doi: 10.33276/978–5–8211–0769–5–125–141.
- 10 Соловьева Т.С. Теоретические аспекты формирования и развития региональных социально-инновационных экосистем // Вестник НГИЭИ. 2019. № 3 (94). С. 84–93.
- 11 Tunstall T. Reconciling Ecosystem Services with Economic Theory and Policy // The Solutions Journal. 2019. V. 10. № 3. URL: <https://www.thesolutionsjournal.com/article/reconciling-ecosystem-services-economic-theory-policy/> (дата обращения 12.04.2020).
- 12 Yonatan M. Platforms, ecosystems, and the internationalization of highly digitized organizations // Journal of Organization Design. 2017. V. 6. № 1. P. 2. DOI: 10.1186/s41469–017–0012–3.
- 13 Jacobides M. G., Cennamo C., Gawer A. Towards a theory of ecosystems // Strategic Management Journal. 2018. V. 39. № 8. P. 2255–2276. doi: 10.2139/ssrn.3218233.
- 14 Phillips M.A., Ritala P. A complex adaptive systems agenda for ecosystem research methodology // Technological Forecasting and Social Change. 2019. V. 148. P. 119739. doi: 10.1016/j.techfore.2019.119739.
- 15 Owoyele B.A., Santuber J. Deep Values-Based Innovation Management of SDGs: An Institutional Theory Perspective // ISPIM Conference Proceedings. The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM), 2020. P. 1–28. URL: https://www.researchgate.net/publication/342004911_Values-Based_Innovation_Management_of_SDGs_An_Institutional_Theory_Perspective (дата обращения 12.04.2020).

References

- 1 Akhmadeev B.A., Moiseev N.V. Innovation ecosystem as a key factor for the economic growth of the region // Bulletin of the PRUE. G.V. Plekhanov. 2016. no. 4 (88). pp. 145–153. (in Russian).
- 2 Kleiner G.B. Economics of ecosystems: a step into the future // Economic revival of Russia. 2019. no. 1 (59). pp. 40–45.

- 3 Moore, J.F. Predators and Prey: A New Ecology of Competition / J.F. Moore // Harvard Business Review. 1993. May/June. pp. 75–86.
- 4 Androsik, Yu. N. Business ecosystems as a form of cluster development // Economics and Management: Proceedings of BSTU. 2016. no. 7. pp. 38–44. (in Russian).
- 5 Doroshenko S.V., Shelomentsev A.G. Entrepreneurial ecosystem in modern economic research // Journal of Economic Theory. 2017. no. 4. pp. 212–221. (in Russian).
- 6 Kleiner, GB Industrial ecosystems: a look into the future // Economic revival of Russia. 2018. no. 2 (56). pp. 188–197. (in Russian).
- 7 Gaisina D.V., Abolentsev A.V., Borukhov S.A. Transformation of modern business models towards ecosystems // URL: <https://www.businessstudio.ru/upload/iblock/7e6/Gaisina.pdf> (date of access 06/21/2020). (in Russian).
- 8 Nikonorova A.V. Creation of an innovative ecosystem and improving the quality of life in the region // University Bulletin. 2018. no. 10. pp. 49–53. (in Russian).
- 9 Karpinskaya V.A. Ecosystem as a unit of economic analysis // Systemic problems of domestic mesoeconomics, microeconomics, enterprise economics: materials of the Second conference of the Department of Modeling of Production Facilities and Complexes of the CEMI RAS (Moscow, 12 January 2018) Issue 2. CEMI RAN Moscow. 2018. pp. 125–141. DOI: 10.33276 / 978–5–8211–0769–5–125–141. (in Russian).
- 10 Solovieva T.S. Theoretical aspects of the formation and development of regional socio-innovative ecosystems // Bulletin of NGIEI. 2019. no. 3 (94). pp. 84–93. Kondrat'ev V.B. The global pharmaceutical industry. Available at: http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja_farmaceuticheskaja_promyshlennost_2011-07-18.html. (accessed 23.06.2013). (in Russian).
- 11 Tunstall T. Reconciling Ecosystem Services with Economic Theory and Policy // The Solutions Journal. 2019. vol. 10. no. 3. URL: <https://www.thesolutionsjournal.com/article/reconciling-ecosystem-services-economic-theory-policy/> (accessed 12.04.2020).
- 12 Yonatan M. Platforms, ecosystems, and the internationalization of highly digitized organizations // Journal of Organization Design. 2017. vol. 6. no. 1. pp. 2. DOI: 10.1186/s41469-017-0012-3.
- 13 Jacobides M. G., Cennamo C., Gawer A. Towards a theory of ecosystems // Strategic Management Journal. 2018. vol. 39. no. 8. pp. 2255–2276. doi: 10.2139/ssrn.3218233.
- 14 Phillips M.A., Ritala P. A complex adaptive systems agenda for ecosystem research methodology // Technological Forecasting and Social Change. 2019. vol. 148. pp. 119739. doi: 10.1016/j.techfore.2019.119739.
- 15 Owoyele B.A., Santuber J. Deep Values-Based Innovation Management of SDGs: An Institutional Theory Perspective // ISPIM Conference Proceedings. The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM), 2020. pp. 1-28. URL: https://www.researchgate.net/publication/342004911_Values-Based_Innovation_Management_of_SDGs_An_Institutional_Theory_Perspective (accessed 12.04.2020).

Сведения об авторах

Мадина В. Аликаева д.э.н., профессор, кафедра экономики и финансов, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, ул. Чернышевского, 173, г. Нальчик, 360004, Россия, Alika123@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1493-6320>

Лорина О. Асланова к.э.н., доцент, кафедра экономики и финансов, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, ул. Чернышевского, 173, г. Нальчик, 360004, Россия, aslanova.lo@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6702-4451>

Астемир А. Шинахов аспирант, кафедра экономики и финансов, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, ул. Чернышевского, 173, г. Нальчик, 360004, Россия, blackxs27@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-4960-5655>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Madina V. Alikaeva Dr. Sci. (Econ.), Professor, Department of Economics and Finance, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekova, st. Chernyshevsky, 173, Nalchik, 360004, Russia, Alika123@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1493-6320>

Lorina O. Aslanova Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Department of Economics and Finance, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekova, st. Chernyshevsky, 173, Nalchik, 360004, Russia, aslanova.lo@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6702-4451>

Astemir A. Shinahov postgraduate student, Department of Economics and Finance, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekova, st. Chernyshevsky, 173, Nalchik, 360004, Russia, blackxs27@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-4960-5655>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 28/06/2020	После редакции 18/07/2020	Принята в печать 19/08/2020
Received 28/06/2020	Accepted in revised 18/07/2020	Accepted 19/08/2020

Совершенствование менеджмента индустриального развития как основы продовольственной безопасности: комплексный подход

Ирина М. Подмолодина ¹	podmin@mail.ru	
Валерий П. Воронин ¹	voronin070441@mail.ru	 0000-0002-0071-8333
Ольга Ю. Коломыцева ¹	olgakolom@yandex.ru	 0000-0002-6123-0227
Елена Ю. Колесникова ¹	elenakoles@yandex.ru	 0000-0002-0190-965X

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

Аннотация. Современный этап экономического развития России характеризуется новым мейнстримом в теории управления – выдвижением технологии менеджмента на ведущие роли в управлении хозяйствующими субъектами, приоритет отдается менеджерам. Считается, что именно они и способны вывести предприятия на нужный уровень финансовой эффективности. Недостаточно учитываются управленческие разработки предшествующих поколений руководителей, особенно российских. В статье рассмотрено становление менеджмента индустриального развития, вклад, прежде всего, российских экономистов и практиков в формирование управленческой парадигмы. Показано, что общие принципы комплексного подхода сложились в первую четверть двадцатого века и значительную роль в этом сыграли российские ученые и государственные деятели. Выявлены основные направления формирования инструментов менеджмента, возрастание в нем роли научно-обоснованного планирования.

Ключевые слова: менеджмент, управление, индустриальное развитие, комплексный подход

Improvement of industrial development management as a basis food security: an integrated approach

Irina M. Podmolodina ¹	podmin@mail.ru	
Valery P. Voronin ¹	voronin070441@mail.ru	 0000-0002-0071-8333
Olga Yu. Kolomytseva ¹	olgakolom@yandex.ru	 0000-0002-6123-0227
Elena Yu. Kolesnikova ¹	elenakoles@yandex.ru	 0000-0002-0190-965X

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

Abstract. The current stage of economic development in Russia is characterized by a new mainstream in management theory – the promotion of management technology to leading roles in the management of economic entities, priority is given to managers. It is believed that they are able to bring enterprises to the desired level of financial efficiency. Management developments of previous generations of managers, especially Russian ones, are not sufficiently taken into account. The article considers the formation of industrial development management, the contribution, first of all, of Russian economists and practitioners to the formation of the management paradigm. It is shown that the General principles of an integrated approach were developed in the first quarter of the twentieth century and Russian scientists and statesmen played a significant role in this. The main directions of formation of management tools, the increasing role of science-based planning in it are revealed.

Keywords: management, management, industrial development, integrated approach

Введение

Разрушение социалистического государства, наместника Российской империи, прежде всего сопровождалось отказом от методов социалистического управления как единым народнохозяйственным комплексом на основе стратегического прогнозирования и планирования, замена его на младореформаторскую индивидуалистскую. Рыночное саморегулирование без всякого плана привело к катастрофическому разрушению российской индустрии: промышленность и сельское хозяйство было отброшено на десятилетия назад, падение

экономики превысило падение в результате Отечественной войны СССР 1941–1945 гг. с объединенным нацистской Германией военно-промышленным потенциалом континентальной Европы. Одновременно были преданы забвению российские экономисты дореволюционного и советского периодов, в учебниках их заменили западные авторы, как будто постсоветская рыночная Россия представляла собой не вторую экономику мира, а какое-то отсталое полуколониальное государство с атомной бомбой. Более того, в российских экономических диссертациях выброшен раздел об истории исследуемой

Для цитирования

Подмолодина И.М., Воронин В.П., Коломыцева О.Ю., Колесникова Е.Ю. Совершенствование менеджмента индустриального развития как основы продовольственной безопасности: комплексный подход // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 289–295. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-289-295

For citation

Podmolodina I.M., Voronin V.P., Kolomytseva O.Yu., Kolesnikova E.Yu. Improvement of industrial development management as a basis food security: an integrated approach. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 289–295. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-289-295

проблемы, которая кратко сводится к восхвалению западных авторов, возведение их в классиков политической экономии, переименованной в урезанном виде в экономическую теорию, а саму теорию управления – в модный менеджмент (как часть этой самой теории). В результате российская экономическая теория управления оказалась как бы без роду и племени, осталась одна критика в ее адрес без рассмотрения источников этой критики. Стоит напомнить имена экономистов российского происхождения, эмигрировавших в США и получивших известность как американские экономисты: Евсей Домар (*Евсей Давидович Домашевский*), модель экономического роста как функция роста численности и инвестиций, Симон (Саймон) Кузнец (*Семен Абрамович Кузнец*), лауреат нобелевской премии, исчисление национального дохода, взаимосвязь между длинными волнами Кондратьева и короткими бизнес-циклами, Василий Васильевич Леонтьев, лауреат нобелевской премии, межотраслевой баланс, модель «выпуск-затраты», Евгений Евгеньевич Слуцкий, выдающийся советский экономист, статистик и математик, внесший большой вклад в теорию потребительского поведения, Владимир Карпович Дмитриев, называемый за рубежом классиком экономической теории, первый российский математик-экономист, создатель оригинальных теорий ценности, конкуренции и монополии, основ модели «затраты-выпуск», Карл Баллог, германский экономист русского происхождения и др., работы которых подготовили основу совершенствования менеджмента индустриального развития с позиций комплексного подхода. Поэтому весьма важным для современной экономической науки управления являются исследования теории и практического опыта совершенствования менеджмента индустриального развития в условиях различных экономических систем. В первую очередь, отечественного.

Материалы и методы

Активный период становления менеджмента индустриального развития вообще, и в развитии продуктового производства, в частности, как науки управления, относится к первой четверти двадцатого столетия. Он предопределил его стратегические направления:

- развитие общей теории управления – обоснование характера производства, его связь с научно-техническим прогрессом, активным исследованием инноваций, ростом многообразия статистических исследований этих процессов на макро- и микроуровнях и аналитических оценок объема, структуры, темпов роста, методов и моделей управления;

- практическое приложение, эксперименты в развитии промышленного производства,

поиск оптимальных размеров предприятий, их пространственного размещения, органов и характера управления, обеспечение средствами производства (машинами, оборудованием) конкретных производств, развития механизации и интенсификации технологических процессов, совершенствование технологии производства.

Обсуждение

Совершенствование менеджмента индустриального развития предполагает первоначально анализ достигнутого состояния экономического развития страны, структуры и пространственного размещения производства. Первым такой исчерпывающий анализ индустриального развития России осуществил В.И. Ленин в своей капитальной работе «Развитие капитализма в России» (1899 г.) в отраслевом разрезе промышленности и сельского хозяйства; показал, как с развитием товарного производства развивается капиталистическая система помещичьего хозяйства, как развивается внутренний рынок, возрастание в производстве товарной продукции крупных сельских хозяйств, обосновывается необходимость выхода с отечественной продукцией на внешний рынок [1]. По современной классификации политической экономии выполнил микроанализ индустриального развития страны.

Позднее, в феврале 1914 г., уже на макроуровне Н.П. Дурново, бывший министр внутренних дел России, осуществил качественную оценку индустриального состояния России: В записке Императору Николаю II он пытался убедить его в нецелесообразности и угрозы для России участия на стороне Антанты в возможной войне с Германией: *«из-за малой производительности наших заводов... зачаточном состоянии нашей промышленности. чрезмерная ее зависимости от иностранной промышленности... техническая отсталость нашей промышленности не создает благоприятных условий для усвоения нами новых изобретений»* [2]. Показал, что этот курс противоречит российским экономическим интересам, поставит Россию в финансовую зависимость от иностранного капитала, прогнозирует перерастание предстоящей войны в мировую войну, конечными последствиями которой станут социальные потрясения – социальные революции, которые окажутся катастрофическими для обеих империй. По-существу, Н.П. Дурново настоятельно рекомендует изменить российский военный индустриальный менеджмент на национально ориентированный индустриально-инновационный, способный создать благоприятные базовые условия для усвоения новых изобретений. Военная индустрия, как двигатель научно-технического прогресса, должна при посредстве государственного менеджмента служить экономическим интересам страны.

В это же время (1898 г.) в Германии в издательстве Dietz Nachfolger выходит исследовательский труд немецкого экономиста русского происхождения Карла Баллога «Государство будущего. Производство и потребление в социальном государстве», в котором на основе сухих статистических выкладок, объединенных одной руководящей идеей: «при надлежащей организации производства, под условием использования всех возможных уже теперь технических усовершенствований, доход рабочего может быть удвоен и утроен, а рабочее время понижено до половины прежнего размера» [3]. На примере германского аграрного сектора была показана:

- важность и неотвратимость использования моторов как основного направления индустриализации, повышения производительности труда, сокращение рабочего времени и соответственно потребности в рабочей силе;
- барьерами этому выступала раздробленность крестьянских хозяйств и частная собственность на землю, что препятствовало использованию техники и затрудняло их укрупнение справедливым путем.

В России книга К. Баллога впервые была издана на русском языке в 1903 г., а последний тираж – в 1920 г. (переиздана в 2020 г.). Успешную реализацию этого направления автор видел только в условиях социалистической системы хозяйствования на основе обобществления средств производства, развития электрификации всего народного хозяйства. Впоследствии наряду с другими специалистами К. Баллог был привлечен к разработке плана ГОЭЛРО и в последствии остался в СССР.

Г. Форд, основатель автомобильной компании ФОРД и ее бессменный руководитель, профессиональный инженер к менеджменту индустриального развития подходил, прежде всего, с технологической стороны – организации процесса производства, его рационализации и интенсификации. За основу им был положен конвейерный способ сборки автомобилей, на основе научного обоснования скорости выполнения отдельных функций. Этому способствовали разработки основоположника научной организации труда и менеджмента Ф. Тейлора, в частности, методологии оценки целесообразности выполняемых операций и затраты времени их исполнения, определение на этой основе средних временных норм завершения отдельных операций, а также оптимальных способов их исполнения; разработал и внедрил дифференциацию размера зарплат в зависимости от производительности труда.

Г. Форд привнес в менеджмент персонала маркетинговую составляющую, соединив оплату труда с рекламой своей продукции. Он поднял часовую оплату труда до 5 \$ /час, что существенно превышало оплату труда на других

предприятиях, и установил льготную продажу работникам предприятия автомобилей с обязательным их использованием для поездки на работу. Явился основоположником не только конвейерной технологии производства, но и социального менеджмента-маркетинга, удовлетворяя несбыточную мечту рабочих в обладании автомобилем. Включил менеджмент-маркетинговый стимул: если рабочие могут позволить себе иметь автомобиль, то почему его нет у меня? По-существу он создал действительно народный автомобиль, открыв принципиально новое направление в автомобильной бизнес-индустрии.

Совершенствование менеджмента индустриального развития большей частью шло по отдельным, стратегическим на данный момент направлениям. Теоретические разработки менеджмента кадрового потенциала, методов организации и стимулирования труда, дополнялись требованиями привлечения рабочих и специалистов к конкретному управлению предприятиями. В частности, американский экономист и социолог Т. Веблен, основоположник нового направления в политической экономии – институционализма, обосновывая важность принятия управленческим звеном компетентных управленческих решений, отстаивал теоретическое положение о необходимости передачи функции управления от собственника основных средств, производственных ресурсов профессионально знающим технологию производства – инженерам. Предприятиями должны управлять не совет директоров из состава его собственников (крупнейших акционеров), а коллектив инженеров [4]. Если собственников интересует только прибыль в виде дивидендов на акцию, то управленцев из профессиональных производителей – устойчивая работа компании и степень удовлетворения ею потребностей своих потребителей. То есть в основу менеджмента индустриального развития были заложены знания, умения и навыки, которыми обладают специалисты производства, впоследствии названные Х. Уайтом термином «компетенции», включающий сюда и личность самого управленца, менеджера. От социалистов пришло в эту сферу понимание рабочего контроля на предприятии, скорее как форма межклассового партнерства, снятия межклассовых противоречий.

В это же время происходило понимание важности и оценка объективной потребности в энергетической составляющей индустриального производства и соответственно в развитии смежных с ней отраслей, включая сельское хозяйство.

Получало развитие понимание важности менеджмента индустриального развития аграрного производства с позиции механизации сельскохозяйственного труда и поиска рациональных размеров сельских хозяйств. Американский экономист и социолог Т. Веблен одним из

первых обратил внимание на размеры аграрного хозяйства с позиции его эффективности: в сельском хозяйстве эффективными могут быть только крупные хозяйства, способные использовать современную технику [4]. В свою очередь, Г. Форд активно продвигал концепцию индустриализации аграрных хозяйств, перевод их на промышленные технологии (работать как завод) [5], как приоритетного направления развития, позволяющие не только существенно повысить производительность труда, высвободить свободную рабочую силу для использования ее на других участках, но и обеспечить снижение издержек производства. В.И. Ленин на основе земской статистики показал, что мелкотоварное аграрное производство, во-первых, не в состоянии производить достаточного количества товарной продукции; во-вторых, в этой среде происходит рост банкротства малых хозяйств, сопровождающийся переходом хозяев в наемные работники, подчеркивал важность кооперирования сельского хозяйства. В этой связи следует отметить незаслуженно забытый опыт С.Ю. Витте, министра транспорта, финансов и впоследствии – председателя правительства России, проведения экономических реформ в аграрном секторе 1892–1914 гг. по освоению сибирских земель посредством переселения на них при активной поддержке государства крестьян из европейской части России, необходимость и возможность кооперации крестьянских хозяйств в артели, строительство артелями маслозаводов, способность без посредников выходить на мировые рынки. При этом к крестьянским хозяйствам предъявлялись определенные требования:

- конкурсный отбор хозяйств из социализированной среды – из крестьянских общин (не допускались единоличники-хуторяне из Прибалтики и Польши);

- наличие сельхозинвентаря, скота, рабочей силы, то есть факторов производства, позволяющих реально и успешно вести хозяйство на новом месте;

- привлечением сибирской железной дороги (Транссиб) к перевозке крестьянских хозяйств и последующей привязки к ней новых хозяйств (решались логистические задачи).

Результат реформы Витте: доля сибирских артелей в 1910 г. превышала 60% в производстве и экспорте сливочного масла России, три четверти сибирских маслозаводов принадлежали артелям, то есть коллективным хозяйствам.

В самостоятельное направление следует выделить разработку моделей и методов анализа статистических данных, планирования и прогнозирования деятельности хозяйствующих субъектов, общей конъюнктуры, развитие внутреннего рынка, потребительского и производственного спроса (потребления). Считая

существующую систему расточительной во всех отношениях, Г. Форд продвигал идею планового ведения хозяйства, направленного на снижение потерь и затрат [5]. В это же время В.К. Дмитриев разрабатывает оригинальные теории ценности, конкуренции и монополии в рамках политической экономии, основ модели «затраты-выпуск» в рамках практической экономики. Связав исчисление уровня полных затрат с соотношением спроса-предложения предложил новые инструменты управленческих решений [6]. Именно их впоследствии использовал Василий Леонтьев при разработке экономико-математической межотраслевой балансовой модели ресурсы – потребности производства, которая с количественной стороны характеризует межотраслевые производственные связи.

Таким образом, зарождался комплексный подход к процессу управления производством, как методологическое направление научного познания, в котором одно из ведущих мест занимали российские экономисты. Мы придерживаемся понимания комплексного подхода в управлении индустриальным развитием как единым производственным организмом, пронизанному множеством всевозможных связей и их взаимоувязанностью. Комплексный подход в управлении в зависимости от складывающихся внутренних и внешних условий, хозяйственного механизма, рыночной конъюнктуры и др. факторов осуществляется в различных формах, которые с некоторой условностью можно определять как:

- системность, отражающая такое направление методологии научного познания, в основе которой лежит исследование объекта управления в качестве системы взаимосвязанных элементов. В настоящее время особенно важным является применение системного подхода в анализе процессов формирования и функционирования территориальных образований [7], а также при выходе на внешнеэкономические связи с зарубежными контрагентами [8];

- организационно-производственная структура, объединяющая под единым органом управления различные производственные подразделения в рамках единого технологического процесса, расположенные не обязательно в одном населенном пункте, например, тресты, концерны, холдинги, в рамках которой выявляются факторы, определяющие реализацию модели инновационного развития России [9];

- пространственно организованная структура, включающая взаимодополняемые производства, зачастую расположенные как территориально отдаленные от головного предприятия, не подчиненные единой технологической производственной цепочке.

Комплексный подход в управлении индустриальным развитием как единым, органично целым организмом окончательно сформировался в Советской России в 1918–1922 гг. как результат разработки 10-и летнего стратегического плана государственной электрификации России (план ГОЭЛРО), представлявший собой дифференцированный по районам страны территориально – отраслевую сеть, охватывающей множество отраслей и производств. Впоследствии он стал основой для разработки пятилетних планов развития народного хозяйства СССР, благодаря чему Россия не почувствовала негативного влияния разразившегося мирового кризиса – Великой депрессии. Более того, именно в этот период СССР осуществлял инвестиции в свое индустриальное развитие, практически за счет внутренних ресурсов, в условиях экономической блокады, небывалое в мировой практике по своим масштабам и структуре. Для ее осуществления привлекались лучшие научные силы иностранных ученых, проектировщиков, архитекторов, инженеров, проекты лучших заводов мира. Их строительство осуществлялось новым для того времени методом – сборкой из заготовленных блоков, что впоследствии сыграло решающее значение при перевозке во время войны за Урал: быстро разобрали, перевезли и быстро собрали на новом месте. Причем конечную, военную продукцию они стали выпускать, не дожидаясь окончания строительства.

Был создан Госплан СССР как аналитический орган, обеспечивающий принятие оптимизационных решений и выработки стратегических прогнозов, обеспечения комплексного подхода к решению возникающих и ожидаемых проблем экономического развития, предотвращения возможных форс-мажоров. Запущенный Н.С. Хрущевым (не без подсказки с Запада) курс на децентрализацию государственного управления (1957-1962 гг.) привел к ликвидации союзного госплана – важнейшего инструмента индустриального менеджмента. В результате советская экономика потеряла оптимизирующие ориентиры и преимущества единого социалистического хозяйства, децентрализация территориально-отраслевого управления привела экономику союзных республик в разбалансированное состояние, в нарастающее энтропию хозяйственных связей, хаотичности некогда устойчивых взаимосвязей в масштабе страны в целом и в межреспубликанском межотраслевом взаимодействии.

Отказ от плановых начал в управлении в рамках страны вместе с ускоренной приватизацией не только государственной, но и кооперативной собственности означал отступление от курса индустриального развития не только промышленности, но и сельского хозяйства. Раздробление сложившегося института управления

явился прямым путем к возрастанию господства индивидуализма, в своей основе, как утверждает, институциональная теория, являющимся эгоистичным, с проявлением оппортунистических тенденций, а нередко и с коварным поведением. Прибыль, как показатель эффективности работы в условиях рыночных свобод, вступила в противоречие с потребностями общества. Возросла неопределенность в деятельности хозяйствующих субъектов и страны в целом ослабла управляемость со стороны государственных органов управления, надежда на эффективность рыночного саморегулирования не оправдалась, оказалась очередным блефом либералов, как и свободный монетаризм Фридмана.

Заключение

Потребовалось долгих 10 лет, чтобы понять всю пагубность рыночных свобод, которых нет ни в одной капиталистической стране. Именно вмешательство государства в экономическую деятельность на макроуровне отстаивал Джон М. Кейнс, в значительной мере повторявший марксистские постулаты об активном поведении государств в области обеспечения равновесия, равновесия между спросом и предложением. Единственным отличием этой теории от марксистской является замалчивание непримиримой классовой борьбы между трудом и капиталом и источнике прибавочной стоимости и ее распределение. Дивиденды на акции начисляются ее владельцу, кем бы он ни был. Именно на этой основе утверждается идея государственно-частного партнерства, на деле оборачивающееся успешным освоением бюджетных средств.

В настоящее время комплексный подход в рыночном понимании возрождается в различных холдингах, прежде всего в сфере производства сельскохозяйственной продукции, ее хранении, переработке и сбыте. При этом у каждой структуры выявляется свой приоритетный критерий эффективности, который далеко не всегда совпадает с интересами даже самих акционеров. Их отличие – они полностью сориентированы на максимизацию производства товарной продукции. При этом сохраняется абсолютный приоритет – извлечение максимума прибыли со всеми вытекающими характеристиками из методологического принципа индивидуализма в достижении маркетинговых целей. Не смотря на то, что свет окисляет жиры (поэтому в Советском союзе выпускали растительное масло в затемненных бутылках, а в Италии вообще в темных), российские холдинги продолжают фасовать подсолнечное масло в прозрачную пластиковую тару: в таком виде продукция привлекательней для потребителя.

Литература

- 1 Ленин В.И. Развитие капитализма в России. Процесс образования внутреннего рынка для крупной промышленности. ПСС. Москва, 1971. Т. 3. 792с.
- 2 Дурново П.Н. Записка императору Николаю II // Место и роль России в мировом хозяйстве: мат. XII международной научно-практической конференции, Воронеж, 30 ноября 2017г. Воронеж: ВГУИТ, 2018. С. 7–13.
- 3 Ballod Von Karl. Der Zukunftsstaat, Produktion und Konsum im Sozialstaat Государство будущего. Производство и потребление в социальном государстве. Москва, 1920. 182 с. URL: dic.academic.ru/dic.nsf/econ_dict/18159
- 4 Веблен, Торстейн Бунде. Теория праздного класса: экономическое исследование институций. Москва: Прогресс, 1984. 367 с.
- 5 Форд Генри. Моя жизнь. Мои достижения. Москва: «Эксмо», 2016 224 с.
- 6 Дмитриев В.К. Экономические очерки: монография. Москва: ГУ-ВШЭ, 2000. 423 с.
- 7 Саликов Ю.А., Кузьменко Н.И. Применение системного подхода в анализе процессов формирования и функционирования территориальных образований // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. Т.82. №1. С. 273–282. doi: 10.20914/2310-1202-2020-1-273-282
- 8 Podmolodina I.M. Voronin V.P. Kolomytseva O. Yu. Kolesnikova E. Yu. Foreign Trade Aspects of Economy Security in the Context of Russia's WTO Membership // Proceedings of the Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management. Voronezh, VSUET, February 27–29, 2020. doi: 10.2991/aebmr.k. 200730.097
- 9 Подмолодина И.М., Куницын Е.Ю., Воронин В.П. Факторы, определяющие реализацию модели инновационного развития России // Вестник Воронежской государственной технологической академии. 2011. № 4. С. 10–14. doi: 10.20914/2310-1202-2013-4-258-26
- 10 Peter Weise. Homo economicus und homo sociologicus: Die Schreckensmänner der Socialwissenschaften // Zeitschrift für Sociologie. 1989. Т.18. №2. Р.148–161.
- 11 Коломыцева О. и др. Управление инновационной экосистемой среды развития // E3s Web of Conferences. EDP Sciences, 2019. Т. 91. С. 08067.

References

- 1 Lenin V.I. The development of capitalism in Russia. The process of forming an internal market for large industry. PSS, fifth edition. Moscow, 1971. vol. 3. 792 p.
- 2 Durnovo P.N. Note to Emperor Nicholas II // Place and role of Russia in the world economy. Collection of articles of the XII international scientific and practical conference. Voronezh, VGUIT, 2018. pp. 7–13.
- 3 Ballod Von Karl. Der Zukunftsstaat, Produktion und Konsum im Sozialstaat. State of the future. Production and consumption in the welfare state. Moscow. 1920. 182 p. Available at: dic.academic.ru/dic.nsf/econ_dict/18159
- 4 Veblen, Thorstein Bund. Leisure Class Theory: An Economic Study of Institutions. Per. from English. Moscow, Progress, 1984. 367 p.
- 5 Ford Henry. My life. My achievements. Moscow, Eksmo, 2016. 224 p.
- 6 Dmitriev V.K. Economic essays. Monograph. Moscow, GU-Higher School of Economics, 2000. 423 p.
- 7 Salikov Yu. A., Kuzmenko N.I. Application of a systematic approach in the analysis of the processes of formation and functioning of territorial entities. Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2020. T. 82. no. 1. pp.273–282. doi: 10.20914/2310-1202-2020-1-273-282
- 8 Podmolodina I.M. Voronin V.P. Kolomytseva O. Yu. Kolesnikova E. Yu. Foreign Trade Aspects of Economy Security in the Context of Russia's WTO Membership. Proceedings of the Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management. Voronezh, VSUET, February 27–29, 2020. doi: 10.2991/aebmr.k. 200730.097
- 9 Podmolodina I.M., Kunitsyn E. Yu., Voronin V.P. Factors determining the implementation of the model of innovative development of Russia. Proceedings of the Voronezh State Technological Academy. 2011. no. 4. pp. 10–14. doi: 10.20914/2310-1202-2013-4-258-26
- 10 Peter Weise. Homo economicus und homo sociologicus : Die Schreckensmänner der Socialwissenschaften. Zeitschrift für Sociologie. 1989. vol.18. no.2. pp.148–161.
- 11 Kolomytseva O. et al. Management of the innovation ecosystem of the development environment. E3s Web of Conferences. EDP Sciences, 2019. vol. 91. pp. 08067.

Сведения об авторах

Ирина М. Подмолодина д.э.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, podmin@mail.ru

Валерий П. Воронин д.э.н., профессор, кафедра торгового дела и товароведения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, voronin070441@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0071-8333>

Information about authors

Irina M. Podmolodina Dr. Sci. (Econ.), professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, podmin@mail.ru

Valery P. Voronin Dr. Sci. (Econ.), professor, trade and commodity science department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, voronin070441@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0071-8333>

Ольга Ю. Коломыцева к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, olgakolom@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6123-0227>

Елена Ю. Колесникова к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, elenakoles@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0190-965X>

Olga Yu. Kolomytseva Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, olgakolom@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6123-0227>

Elena Yu. Kolesnikova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, elenakoles@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0190-965X>

Вклад авторов

Авторы в равной степени принимали участие в написании статьи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 08/10/2019	После редакции 12/11/2019	Принята в печать 16/12/2019
Received 08/10/2019	Accepted in revised 12/11/2019	Accepted 16/12/2019

Потребители как маркетинговый инструмент развития туристской деятельности

Ирина Ш. Дзахмишева¹ irina_dz@list.ru  0000-0002-7324-5338

¹ Кабардино-Балкарский ГАУ, пр-т Ленина, 1в, г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, 360030, Российская Федерация

Аннотация. В статье исследованы особенности поведенческого характера потребителей туристских услуг, позволяющие обеспечить экономическое развитие туристских фирм на основе реализации основного принципа маркетинга – ориентация на потребителя. На конкурентоспособность туристской фирмы оказывают влияние не только природные, климатические, экономические, политические, экологические, но и социальные факторы. В целях изучения потребительских предпочтений на рынке туристических услуг было разработана анкета и проведен опрос потребителей (клиентов) в количестве 100 человек. Анкетирование проводилось среди реальных потребителей (клиентов) туристских фирм в г. Нальчик. Установлено, что чем выше уровень образования потребителей, тем больше их стремление к познаниям и путешествиям; руководители среднего звена и служащие ежегодно используют часть (пару недель) своего отпуска для отдыха; образование и профессиональная деятельность потенциальных клиентов туристских фирм влияют не только на количество совершаемых ими путешествий, но и на выбор туристского направления; основным источником информации о туристических направлениях и услугах среди потенциальных клиентов туристских фирм является интернет ресурсы; снижение денежных доходов влечет сокращение потребности в туристских услугах. Таким образом, социально ориентированные потребители являются маркетинговым инструментом экономического развития туристских фирм и обеспечения их конкурентоспособности. Полученная, в результате проведенных исследований информация, позволит лучше понять поведение клиентов, своевременно выявить проблемы, препятствующие эффективному ведению бизнеса и снизить вероятность риска в процессе принятия правильных управленческих решений в сфере туризма. Реализация основного принципа маркетинга – ориентация на потребителя позволит сконцентрировать усилия на наиболее перспективных сегментах рынка, достичь повышения эффективности применяемых форм и методов продажи, рекламы, стимулирования сбыта, и, в целом, обеспечить экономический рост туристских фирм.

Ключевые слова: потребители, туристская деятельность, маркетинговый инструмент, спрос, экономический рост

Consumers as a marketing tool for the development of tourist activities

Irina Sh. Dzakhmishcheva¹ irina_dz@list.ru  0000-0002-7324-5338

¹ Kabardino-Balkar state agricultural university, Lenina Ave., 1B, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, 360030, Russian Federation

Abstract. The article explores the features of the behavioral nature of consumers of tourism services, allowing to ensure the economic development of tourism companies based on the implementation of the basic principle of marketing - customer orientation. The competitiveness of a travel company is significantly affected not only by natural, climatic, economic, political, environmental, but also social factors. In order to study consumer preferences in the market of travel services, a questionnaire was developed and a survey of consumers (customers) in the amount of 100 people was conducted. The survey was conducted among real consumers (customers) of travel companies in the city of Nalchik. It was found that the higher the level of education of consumers, the greater their desire for knowledge and travel; mid-level managers and employees annually use part (a couple of weeks) of their vacation for recreation; the education and professional activities of potential clients of travel agencies affect not only the number of trips they make, but also the choice of travel destination; the main source of information about tourist destinations and services among potential clients of travel agencies is Internet resources; a decrease in cash income entails a reduction in the need for tourism services. Thus, socially oriented consumers are a marketing tool for the economic development of tourism companies and ensure their competitiveness. The information obtained as a result of the research will allow us to better understand customer behavior, timely identify problems that impede the effective conduct of business and reduce the likelihood of risk in the process of making the right management decisions in the tourism sector. Implementation of the main marketing principle - customer orientation will allow you to concentrate on the most promising market segments, to increase the efficiency of the applied forms and methods of sales, advertising, sales promotion, and, in general, to ensure the economic growth of tourism companies.

Keywords: consumers, tourism, marketing tool, demand, economic growth

Введение

В настоящее время наблюдается глубокий международный экономический и политический кризис во всех сферах экономики, в том числе и туристской индустрии. Кризисная ситуация повлекла переориентацию потребительских предпочтений с выездного на внутренний туризм, изменение ценностей и моделей поведения туристов. Резко обострилась конкурентная

борьба между российскими туристскими фирмами за потребителя.

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что потребители (клиенты), выступающие важными участниками туристской деятельности, являются одним из действенных маркетинговых инструментов обеспечения конкурентоспособности туристских фирм.

Для цитирования

Дзахмишева И.Ш. Потребители как маркетинговый инструмент развития туристской деятельности // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 296–301. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-296-301

For citation

Dzakhmishcheva I.Sh. Consumers as a marketing tool for the development of tourist activities. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 296–301. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-296-301

Кроме того, в Конституции Российской Федерации отражена социальная направленность государства, положительно сказывающаяся на развитии такой социально ориентированной сферы экономики как туризм.

Цель работы – исследование особенностей поведенческого характера потребителей туристских услуг, позволяющих обеспечить экономическое развитие туристских фирм на основе реализации основного принципа маркетинга – ориентация на потребителя.

В силу своей специфики, сфера туризма социально обусловлена. С одной стороны, туристская фирма оказывает активное воздействие на мнение отдельного человека или группы потребителей, и с другой стороны, потребитель (клиент) своим рублем кардинально влияет на финансовые результаты туристской фирмы. В работе [1–3], обеспечение траектории экономического роста и конкурентоспособности туристской индустрии предполагает определение типа клиента, исследование потенциальных потребностей разных сегментов потребителей и особенностей их поведенческого характера, и далее выявление общих тенденций и закономерностей развития спроса.

Анализ литературных источников [2, 4], позволил обобщить понятийный аппарат и согласиться с пониманием термина «конкурентоспособность», как способностью туристской фирмы удовлетворять требованиям потенциальных потребителей в качественном отдыхе, поддерживать и усиливать их приверженность фирме.

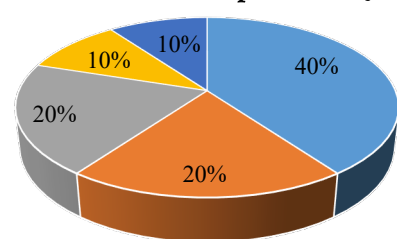
В работах [5–6] отмечается, что на конкурентоспособность туристской фирмы значительное влияние оказывают различные факторы (природные, климатические, экономические, политические, экологические и т. п.) в числе которых и социальные факторы. На туристский спрос существенно влияют такие социальные факторы, как структура семьи, доход, возраст ее членов, их образование и профессия.

Методы

В целях изучения потребительских предпочтений на рынке туристических услуг было разработана анкета и проведен опрос потребителей (клиентов) в количестве 100 человек. Анкетирование проводилось среди реальных потребителей (клиентов) туристских фирм в г. Нальчик.

Результаты и обсуждение

Важнейшим фактором, влияющим на спрос в туристских услугах является структура семьи.



- Не семейные (одинокое) / Not family (single)
- Семьи без детей / Families without children
- Семьи с 1-3 детьми / Families with 1-3 children
- Многодетные семьи / Large families

Рисунок 1. Распределение потенциальных клиентов туристских фирм в зависимости от структуры семьи
Figure 1. Distribution of potential clients of travel companies depending on family structure

Исследование структуры семьи потенциальных клиентов туристских фирм показало, что наибольший спрос на туристские услуги (40%) имеют не семейные (одинокое) туристы. По 20% приходится на семьи без детей и семьи с 1–3 детьми. Величина этого показателя ниже (по 10%) у многодетных семей и пожилых супружеских пар (рисунок 1). Таким образом, спрос на туристские услуги увеличивается в тех семьях, где доход семьи распределяется на меньшее количество членов семьи или получают доходы все члены семьи.

Установлено, что доход является не менее важным фактором, влияющим на туристский спрос и определяющим покупательскую способность туриста. Потенциальным туристом может стать только тот человек, чей доход (зарплата) покрывает не только его жизненные потребности (свое существование), но и дополнительные потребности в отдыхе, в покупке товаров и услуг высшей категории.

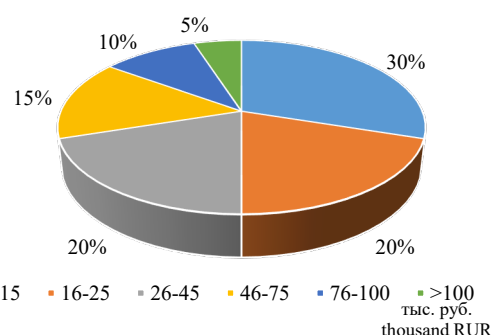


Рисунок 2. Распределение потенциальных клиентов туристских фирм в зависимости от уровня заработной платы одного работающего члена семьи
Figure 2. Distribution of potential clients of travel companies depending on the level of wages of one working family member

Исследование позволило выявить, что 30% туристов представляют одинокие туристы с уровнем дохода 10–15 тыс. руб. По 20% представлены туристы с уровнем дохода 16–25 тыс. руб. в основном в семьях без детей, и 26–45 тыс. руб. –

в многодетных семьях. Около 15% опрошенных представляют семьи с 1–3 детьми, чей доход составляет 46–75 тыс. руб., 10% опрошенных имеет доход в размере 76–100 тыс. руб., и лишь 5% потенциальных клиентов получает доход свыше 100 тыс. руб., в основном это семьи чьи дети получают самостоятельный доход (рисунок 2).

Существенное влияние на спрос туристских услуг оказывает и такой фактор как возраст. В работах [7–9] принята следующая градация возраста: младшая возрастная группа – 18–29 лет, средняя возрастная группа – от 30 до 45 лет, старшая возрастная группа – от 46 до 60 лет, пожилая возрастная группа – свыше 60 лет.

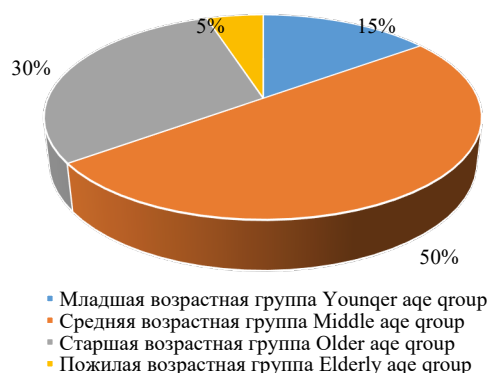


Рисунок 3. Распределение потенциальных клиентов туристских фирм в зависимости от возраста

Figure 3. Distribution of potential clients of travel companies by age

Исследование возраста потенциальных клиентов туристских фирм (рисунок 3) позволило установить, что лишь 5% туристов представляет пожилую возрастную группу, отошедших от активной трудовой деятельности, которые не имеют финансовых проблем и проблем со здоровьем. Столь малое количество отдыхающих лиц пожилого возраста видимо связано с непригодностью некоторых мест по медицинским противопоказаниям. Незначительную долю (15%) представляют клиенты туристских фирм младшей возрастной группы, что, скорее всего связано с получением образования и профессиональным ростом. Около 50% потенциальных клиентов туристских фирм представляют среднюю возрастную группу, наиболее трудоспособную группу лиц, достигших успехов в профессиональной деятельности и имеющих стабильный доход. Из числа клиентов туристских фирм 30% представлено лицами старшей возрастной группы, которые еще не отошли от трудовой деятельности.

В работе [10–15] отмечается, что фактором, влияющим на туристский спрос выступает уровень образования потребителя туристских услуг и его профессиональная деятельность.

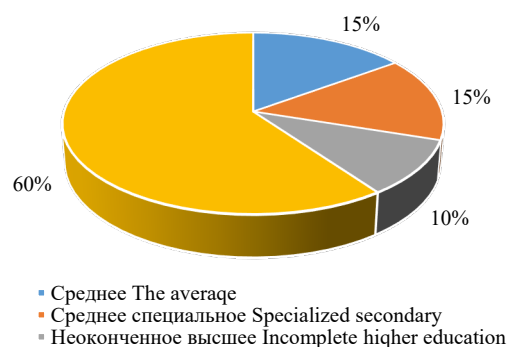


Рисунок 4. Распределение потенциальных клиентов туристских фирм в зависимости от уровня образования
Figure 4. Distribution of potential clients of travel companies depending on the level of education

Исследование потребителей потенциальных клиентов туристских фирм в зависимости от уровня образования (рисунок 4) показало, что 10% потребителей имеет неоконченное высшее образование, по 15% приходится на потребителей имеющих среднее и средне-специальное образование, и 60% респондентов имеет высшее образование. Таким образом можно сделать вывод о том, что чем выше уровень образования потребителей, тем больше их стремление к познаниям и путешествиям.

Распределение потенциальных клиентов туристских фирм в зависимости от профессиональной деятельности (рисунок 5) показало, что чаще всего путешествуют руководители среднего звена (25%) и служащие (20% респондентов) и их семьи, индивидуальные предприниматели и владельцы мелких фирм и руководители высшего звена (по 15% респондентов) и их семьи, которые ежегодно используют часть (пару недель) своего отпуска. Значительно реже отдыхают рабочие (5%), младший (10%) и средний (10%) обслуживающий персонал.

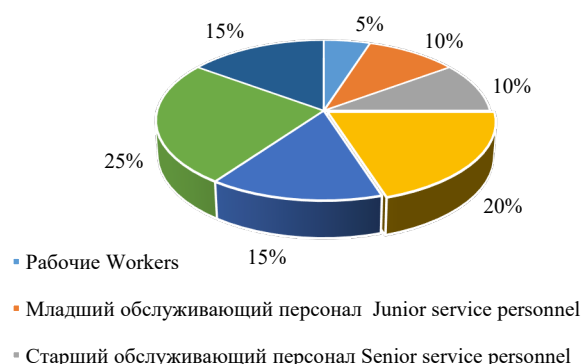


Рисунок 5. Распределение потенциальных клиентов туристских фирм в зависимости от профессиональной деятельности
Figure 5. Distribution of potential clients of travel companies depending on professional activities

Можно полагать, увеличение спроса на туристские услуги среди руководителей среднего звена и служащих, связано с тем, что находясь в своем большинстве, в индустриальной и урбанизированной среде они претерпевают множество стрессовых ситуаций в профессиональной деятельности, а монотонная и однообразная повседневная жизнь приводит к утрате духовных и физических сил, требующих восстановления. А трудовой отпуск, пусть и на непродолжительное время, позволяет компенсировать накопившуюся усталость. Отсюда следует, отпуск или свободное время (праздничные дни), которым располагают клиенты, является важным фактором, влияющим на туристский спрос.

Образование и профессиональная деятельность потенциальных клиентов туристских фирм влияют не только на количество совершаемых ими путешествий, но и на выбор туристского направления (рисунок 6).

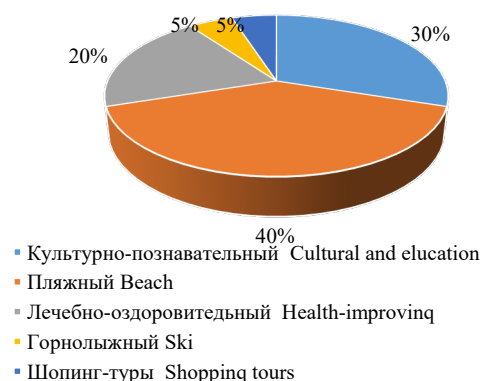


Рисунок 6. Распределение потенциальных клиентов туристских фирм в зависимости от туристского направления

Figure 6. Distribution of potential clients of travel companies depending on the tourist destination

Распределение потенциальных клиентов туристских фирм в зависимости от туристского направления показал востребованность 40% респондентов в пляжном виде отдыха. Наблюдается спрос 30% опрошенных на культурно-познавательный вид отдыха. Около 20% респондентов выбирают лечебно-оздоровительный отдых, т. е. отдых в лечебницах, санаториях, здравницах профилакториях и оздоровительных лагерях, как в России (в том числе Кабардино-Балкарской Республике), так и за рубежом. По 5% клиенты туристских фирм отдают предпочтение горнолыжному отдыху и шопинг-турам за рубежом. Следует отметить, что для отдыха на местном горнолыжном курорте Приэльбрусье жители Республики не обращаются или мало обращаются в туристские фирмы.

Исследование потенциальных клиентов туристских фирм в зависимости от страны посещения показали следующие результаты (рисунок 7): 20% респондентов предпочитают

отдых на побережье Российского черного моря, 13% – в Турции, 12% – в Греции, 10% – в Италии. Наименьшим спросом пользуется посещение Кубы, что видимо связано с дальностью полета. В посещаемых туристами странах предлагается большой выбор гостиниц – от эконом до люксовых и достаточно широкий спектр туристских услуг.

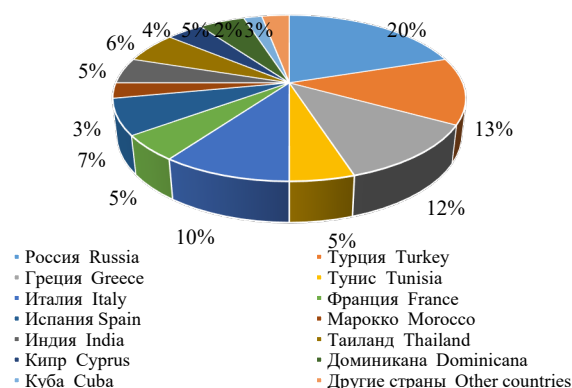


Рисунок 7. Распределение потенциальных клиентов туристских фирм в зависимости от страны посещения

Figure 7. Distribution of potential clients of travel agencies depending on the country of visit

Спрос на туристские услуги формируется и таким фактором как источник информации о туристических направлениях и услугах (рисунок 8). В ходе исследований установлено, что основным источником информации о туристических направлениях и услугах среди потенциальных клиентов туристских фирм является интернет ресурсы (40% голосов). На втором месте по доверию опрошенных потребителей к источнику информации являются рекомендации друзей и реклама на радио и телевидении (по 15% опрошенных). Однако не следует забывать, что доверием клиентов пользуются информация, полученная от родственников в печатной продукции (по 10% опрошенных).

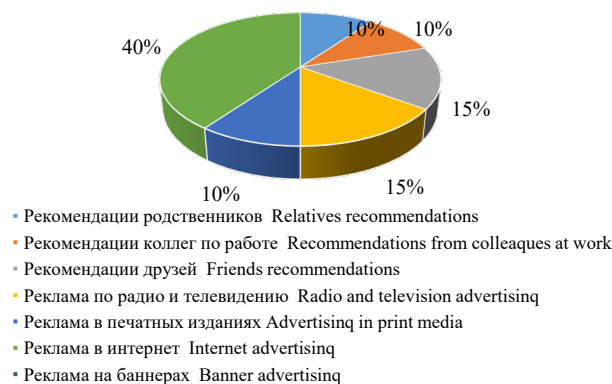


Рисунок 8. Распределение потенциальных клиентов туристских фирм в зависимости от источника информации о туристических направлениях и услугах

Figure 8. Distribution of potential clients of travel companies depending on the source of information on travel destinations and services

Исследование приверженности потенциальных клиентов к приобретению турпакета только у одной туристской фирмы показало, что потребители не имеют высокого уровня лояльности к одной (20% респондентов) или к двум туристским фирмам (25% опрошенных) и стремятся приобрести путевку у той фирмы, где более выгодные цены и системы скидок (55% опрошенных) (рисунок 9).



Рисунок 9. Распределение мнений потенциальных клиентов в зависимости от их приверженности к туристским фирмам

Figure 9. Distribution of opinions of potential customers depending on their commitment to travel agencies

Такие результаты свидетельствуют об изменении структуры потребления туристских услуг под влиянием цен. Даже незначительные изменения в цене приводят не только к смене

туристской фирмы для покупки турпакета, но и к значительным изменениям в количестве потребляемых туристских услуг. Также важно понимать, что снижение денежных доходов неминуемо повлечет сокращение потребности в туристских услугах. Причина видится в том, что туристские услуги не являются жизненно необходимыми. Поэтому туристическим агентствам необходима постоянная работа в направлении повышения лояльности потребителей.

Заключение

Установлено, что социально ориентированные потребители являются маркетинговым инструментом экономического развития туристских фирм и обеспечения их конкурентоспособности. Полученная, в результате проведенных исследований информация, позволит лучше понять поведение клиентов, своевременно выявить проблемы, препятствующие эффективному ведению бизнеса и снизить вероятность риска в процессе принятия правильных управленческих решений в сфере туризма.

Реализация основного принципа маркетинга – ориентация на потребителя позволит сконцентрировать свои усилия на наиболее перспективных сегментах рынка, достичь повышения эффективности применяемых форм и методов продажи, рекламы, стимулирования сбыта, и, в целом, обеспечить экономический рост туристских фирм.

Литература

- 1 Дзахмишева И.Ш. Исследование социально-экономического состояния туристской индустрии в Кабардино-Балкарской Республике // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. Т. 82. №1. С. 350-355. doi: 10.20914/2310-1202-2020-1-350-355
- 2 Аливанова С.В., Куренная В.В. Маркетинговые инструменты повышения конкурентоспособности продукции предприятия // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. 2012. №. 3. С. 199–203.
- 3 Макринова Е.И., Иваницкая Т.Ю. Управление развитием сферы туристских услуг на основе концепции маркетинга: региональный аспект // Фундаментальные исследования. 2014. Т. 4. №. 3. С. 795-799
- 4 Дзахмишева И.Ш. Методика оценки конкурентоспособности услуги в розничной торговой сети // Маркетинг в России и за рубежом. 2004. №. 3. С. 93–107.
- 5 Макаревич-Константинова А.А. Факторы туристской привлекательности и оценка туристского рекреационного потенциала Республики Карелия // Молодой ученый. 2010. № 12. Т.1. С. 87–89.
- 6 Захаров А.Н., Зокин А.А. Конкурентоспособность предприятия: сущность, методы оценки и механизмы увеличения // Бизнес и банки. 2014. № 1–2. С. 1–5.
- 7 Зюзина Н.Н. Маркетинг как инструмент управления предприятием. Липецк, ЛКИ. 2010. 42 с.
- 8 Жабин А.П., Грабоздин Ю.П. Роль и значение использования маркетинговых инструментов в сфере консультационных услуг // Вестник Самарского муниципального института управления. 2014. №. 2. С. 42–49.
- 9 Чеснокова М.С., Кирилловская А.А. Современные инструменты маркетинга в новой экономике: маркетинг впечатлений // Маркетинг МВА. Маркетинговое управление предприятием. 2013. Т. 6. №. 1. С. 159–171.
- 10 Зиядин С.Т., Молдажанов М.Б., Зиядина С.Т. Применение маркетинговых инструментов в туристическом бизнесе // Фундаментальные исследования. 2014. Т. 5. №. 8. С. 1118-1122
- 11 Величко Н.Ю., Минасян С.Д. Маркетинговые мероприятия по повышению лояльности потребителя к гостинично-туристскому продукту // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. 2013. №. 6. С. 47–52.
- 12 Лысенко В.В. Оценка потребительских предпочтений в сфере туристских услуг как основа разработки комплекса маркетинга территории // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2014. №. 1. С. 430–436.
- 13 Gibson A., O'Rawe M. Virtual reality as a travel promotional tool: Insights from a consumer travel fair // Augmented reality and virtual reality. Springer, Cham, 2018. С. 93-107.

14 Dogan B., Gokovali U. Geographical indications: the aspects of rural development and marketing through the traditional products //Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2012. T. 62. C. 761-765.

15 Soteriades M. Tourism destination marketing: approaches improving effectiveness and efficiency // Journal of Hospitality and Tourism Technology. 2012. V. 3. №. 2. P. 107-120.

References

1 Dzakhmisheva I. Sh. Study of the socio-economic state of the tourism industry in the Kabardino-Balkarian Republic. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2020. vol. 82. no.1. pp. 350-355. doi: 10.20914/2310-1202-2020-1-350-355 (in Russian).

2 Alivanova S.V., Kurenayaya V.V. Marketing tools for increasing the competitiveness of the enterprise's products. Bulletin of the North Caucasus State Technical University. 2012. no. 3. pp. 199-203.

3 Makrinova E.I., Ivanitskaya T.Yu. Management of the development of the sphere of tourist services on the basis of the marketing concept: a regional aspect. Fundamental research. 2014. vol. 4. no. 3. pp. 795-799

4 Dzakhmisheva I.Sh. Methodology for assessing the competitiveness of a service in a retail trade network. Marketing in Russia and abroad. 2004. no. 3. pp. 93-107.

5 Makarevich-Konstantinova A.A. Factors of tourist attractiveness and assessment of the tourist recreational potential of the Republic of Karelia. Young scientist. 2010. vol.1. no. 12. pp. 87-89.

6 Zakharov A.N. Competitiveness of an enterprise: essence, methods of assessment and mechanisms of increase / A.N. Zakharov, A.A. Zokin. Business and banks. 2014. no. 1-2. pp. 1-5.

7 Zyuzina N.N. Marketing as a tool for enterprise management. Lipetsk, LKI, 2010. 42 p.

8 Zhabin A.P., Grabozdin Yu.P. The role and importance of using marketing tools in the field of consulting services. Bulletin of the Samara Municipal Institute of Management. 2014. no. 2. pp. 42-49.

9 Chesnokova M.S., Kirillovskaya A.A. Modern marketing tools in the new economy: experience marketing. Marketing MBA. Enterprise marketing management. 2013. vol. 6. no. 1. pp. 159-171.

10 Ziyadin S.T., Moldazhanov M.B., Ziyadina S.T. Application of marketing tools in the tourism business. Fundamental research. 2014. vol. 5. no. 8. pp. 1118-1122.

11 Velichko N.Yu., Minasyan S.D. Marketing measures to increase consumer loyalty to the hotel and tourist product. Economics and Management: Analysis of Trends and Development Prospects. 2013. no. 6. pp. 47-52.

12 Lysenko V.V. Assessment of consumer preferences in the field of tourist services as the basis for the development of a territory marketing complex. Bulletin of Belgorod University of Cooperation, Economics and Law. 2014. no. 1. pp. 430-436.

13 Gibson A., O'Rawe M. Virtual reality as a travel promotional tool: Insights from a consumer travel fair. Augmented reality and virtual reality. Springer, Cham, 2018. pp. 93-107.

14 Dogan B., Gokovali U. Geographical indications: the aspects of rural development and marketing through the traditional products. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2012. vol. 62. pp. 761-765.

15 Soteriades M. Tourism destination marketing: approaches improving effectiveness and efficiency. Journal of Hospitality and Tourism Technology. 2012. vol. 3. no. 2. pp. 107-120

Сведения об авторах

Ирина Ш. Дзахмишева д.э.н., профессор, кафедра Товароведения, туризма и права, Кабардино-Балкарский ГАУ, пр-т Ленина, 1в, г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, 360030, Российская Федерация, irina_dz@list.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-7324-5338>

Information about authors

Irina Sh. Dzakhmisheva Dr. Sci. (Econ.), professor, Commodity Science, Tourism and Law department, Kabardino-Balkar state agricultural university, Lenin Ave., 1B, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, 360030, Russian Federation, irina_dz@list.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-7324-5338>

Вклад авторов

Ирина Ш. Дзахмишева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Contribution

Irina Sh. Dzakhmisheva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Поступила 30/05/2020	После редакции 28/06/2020	Принята в печать 10/08/2020
Received 30/05/2020	Accepted in revised 28/06/2020	Accepted 10/08/2020

Организация воспроизводства инвестиционной деятельности в специализированных овощеводческих предприятиях

Александр В. Масик¹ masikalva@list.ru  0000-0002-5453-3676

¹ Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, Воронеж, 394087, Россия

Аннотация. В статье даны предложения по развитию овощеводства, центральное место в которых отводится воспроизводству инвестиций. Воспроизводство инвестиционной деятельности понимается авторами как сложная система отношений и упорядоченных этапов, которые специфичны для разных отраслей. Обосновано, что инвестирование является первичным по отношению к циклическим бизнес-процессам, а размер и динамика прибыли оказывают влияние на модель воспроизводства коммерческой организации. Овощеводство является перспективным направлением развития экономики Воронежской области. Доказано, что необходимо наращивать объемы производства овощей в воронежской области как для личного потребления, так и для экспорта, поскольку овощи – основа рациона современного человека, притом их потребление постоянно наращивается, а экспорт становится одной из лидирующих в росте позиций экономики РФ. Если ранее традиционными экспортерами были Тунис, Турция, Израиль и другие страны, то в настоящее время ощутимым является интерес к отечественной овощеводческой продукции. Удовлетворение спроса требует формирования устойчивой базы производства, позволяющей получать овощи высокого качества сезонного и внесезонного потребления. Исследованы особенности воспроизводства инвестиционной деятельности на предприятиях открытого производства и тепличных хозяйствах. Дана краткая характеристика инвестиционной деятельности специализированных субъектов отрасли овощеводства Воронежской области, выявлены и систематизированы общие, отраслевые и организационно-экономические особенности процессов воспроизводства инвестиционной деятельности в них. Изучены объемы вложений и типичные источники их покрытия, произведена их оценка по общепринятым и специальным показателям. Сделан вывод о перспективных направлениях развития предприятий подотрасли и необходимых для этого рычагах и механизмах воздействия.

Ключевые слова: инвестиционная деятельность, овощеводство, Воронежская область

Organization of reproduction of investment activities in specialized vegetable enterprises

Alexander V. Masik¹ masikalva@list.ru  0000-0002-5453-3676

¹ Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter The Great, Michurin st., 1, Voronezh, 394087, Russia

Abstract. The article contains proposals for the development of vegetable growing, the central place in which is given to the reproduction of investments. The reproduction of investment activity is understood by the authors as a complex system of relationships and ordered stages that are specific to different industries. It is substantiated that investment is primary in relation to cyclical business processes, and the size and dynamics of profit affect the model of reproduction of a commercial organization. Vegetable growing is a promising area of economic development in the Voronezh region. It has been proved that it is necessary to increase the production of vegetables in the Voronezh region, both for personal consumption and for export, since vegetables are the basis of the diet of a modern person, moreover, their consumption is constantly increasing, and exports are becoming one of the leading positions in the growth of the Russian economy. If previously Tunisia, Turkey, Israel and other countries were traditional exporters, now there is a tangible interest in domestic vegetable-growing products. Satisfying demand requires the formation of a stable production base, which allows obtaining high quality vegetables for seasonal and off-season consumption. The features of reproduction of investment activity at open-cut enterprises and greenhouses have been investigated. A brief description of the investment activity of specialized subjects of the vegetable growing industry in the Voronezh region is given, general, sectoral and organizational and economic features of the processes of reproduction of investment activity in them are identified and systematized. The volume of investments and typical sources of their coverage have been studied, and their assessment has been made according to generally accepted and special indicators. The conclusion is made about the promising directions of development of enterprises of the sub-industry and the levers and mechanisms of influence necessary for this.

Keywords: investment activity, vegetable growing, Voronezh region

Введение

Оценка структуры производства овощей в Воронежской области по видам хозяйств выявила, что более 80% овощей в настоящее время производится в личных подсобных хозяйствах. Однако, как показывает практика, личные подворья неспособны обеспечить устойчивое и массовое производство овощей, не способны осваивать новые технологии и технику. Более того, дефицит в покрытии потребности в овощах

в среднем по стране составляет 10% в сезон и до 50% вне сезона. Если в 2014 году в РФ импортировали 2,4 млн тонн овощей, то в 2016 году уже 1,1 млн тонн. Объем потребления импортных овощей составляет – 14,3% (15 кг на душу населения в год). Все это обосновывает необходимость развития овощеводства, увеличение его производственных мощностей, что, в свою очередь, требует функционирования расширенного воспроизводства.

Для цитирования

Масик А.В. Организация воспроизводства инвестиционной деятельности в специализированных овощеводческих предприятиях // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 302–309. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-302-309

For citation

Masik A.V. Organization of reproduction of investment activities in specialized vegetable enterprises. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3 pp. 302–309. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-302-309

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Реализация программы импортозамещения, создание условий продовольственной самообеспеченности и безопасности, по мнению Г.Р. Колевид [1], И.А. Минакова [2], являются главными предпосылками увеличения объемов производства овощей и повышения его экономической эффективности. Для выполнения задачи по развитию российского овощеводства учеными видится четкая организация инвестиционной деятельности. Под организацией инвестиционной деятельности Ю.Ф. Долгополова [3] понимает управляемую деятельность, включающую цикл из четырех систем. Она выделяет отдельные механизмы функционирования накопления финансовых ресурсов, их перетока в хозяйственный оборот коммерческой организации, наращивания материально-вещественной стоимости и обеспечения возврата ресурсов. Все они имеют особенное соподчинение, а каждая последующая система соподчиняет себе предыдущую, органично вписывая ее в свою структуру. Суть организации инвестиционной деятельности, по мнению Б.М. Асанова [4], Г.В. Марковой [5], состоит в пространственно-временной координации рычагов привлечения инвестиций, их эксплуатации, а также организация работы до этапа получения конечных результатов. Напротив, организацией инвестиционной деятельности А.С. Петенкова [6] считает совокупность действий. По его мнению, практическим результатом этих воздействий будут являться процессы мобилизации инвестиционных ресурсов, их трансформации в инвестиционные вложения с приростом их первоначальной величины и получением инвестиционной прибыли. Главной конечной целью инвестиционной деятельности – увеличение рыночной стоимости организации, что в свою очередь позволяет обеспечить рост благосостояния собственников.

Мы придерживаемся позиции, что организация инвестиционной деятельности – это упорядоченная пространственно-временная конструкция экономических отношений, включающая процессы и процедуры планирования, осуществления (производства) и эксплуатации инвестиций, целью которой является максимизация рыночной стоимости организации и формирования долгосрочного вектора её развития.

Учитывая, что инвестиции в воспроизводственном процессе динамичны, они представляют собой момент в движении капитала, фазу в его движении. Как считает В.М. Круглякова [7], «...без движения, без бесконечного процесса воспроизводства капитал не существует». По мнению автора, движение капитала представляет собой процесс, имеющий количественное выражение и изменяющий пропорции

общественного воспроизводства. Поэтому инвестиции можно рассматривать не только как вектор развития капитала, но и общественного производства в целом. Природа стоимостного и натурально-вещественного выражения капитала различна, но обе формы имеют логическую взаимосвязь.

С позиции архитектурного подхода, вложения первичны по отношению к производству, а результаты обменных процессов формируют базу роста или сокращения последующих инвестиций (рисунок 1).

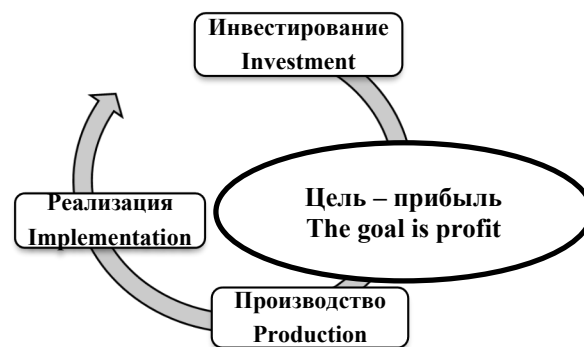


Рисунок 1. Взаимосвязь бизнес-процессов в воспроизводстве функционирующего предприятия

Figure 1. The relationship of business processes in the reproduction of a functioning enterprise

Так существует объективная необходимость вложения и формирования первоначального собственного капитала. В последующем, увеличение объемов производственно-коммерческой деятельности влечет дополнительные инвестирования, средства для которых предоставляют учредители и другие физические и юридические лица, или привлекаются заемные средства, определяющиеся финансовым положением и финансовыми результатами бизнеса. Сеем утверждать, что воспроизводственный процесс в коммерческой организации начинается с инвестирования либо только собственного, либо собственного заемного и привлеченного капитала, а мотивирующим фактором этого процесса выступает цель – извлечение прибыли, достигаемое посредством осуществления производственной деятельности.

Инвестирование в воспроизводство может быть долгосрочное и краткосрочное [8]. С финансовой точки зрения, независимо от первоначальной формы инвестированной стоимости – денежной или материально-вещественной, происходит формирование капитала с последующим его кругооборотом. При длительном использовании – возврат происходит через амортизационные фонды путем формирования фактического и отраженного в учете износа.

Краткосрочные вложения воплощаются посредством системы возмещения затрат и участия в обменных процессах. Отметим, что имеются различия в понимании износа и его материальном воплощении в учете и управлении коммерческой организацией, что в целом не меняет природы использования объектов для реализации производственной деятельности.

Отсюда видно, что за процессом инвестирования следует процесс производства, в рамках которого из денежных средств формируются производственные запасы, выплачивается заработная плата, осуществляются другие расходы и, в итоге создается готовая продукция, подлежащая реализации [9]. И так, за процессом производства объективно следует процесс обмена произведенной продукции, в рамках которого поступают доходы как напрямую связанные с производственно-коммерческой деятельностью, так и ее поддержкой или прочими, регламентированными законодательно операциями. Чем успешнее деятельность предприятия, чем лучше его финансовое состояние, чем эффективнее организованы бизнес-процессы предприятия, тем больший объем источников оно имеет для возмещения инвестированных в кругооборот денежных средств [10–12]. Кругооборот капитала предприятий по отраслям имеет особенности и специфические различия, особенно актуальные в овощеводстве [13]. При этом общим для всех отраслей показателем экономической эффективности воспроизводства инвестиционной деятельности является уровень и объем доходов.

Воронежская область является аграрным регионом России. На ее территории осуществляется производство и реализация сельскохозяйственной продукции, включая овощи открытого и закрытого грунта. Несмотря на неустойчивую динамику, за исследуемый период 2014–2019 гг. выручка от реализации овощей выросла на 322 844 тыс. руб. или 43,4% (таблица 1).

Производство овощей открытого грунта сократилось за период на 24256 тыс. руб. в абсолютном выражении и на 43,9% в относительном, отчетный год по отношению к предыдущему показал падение 56%. Все это позволяет сделать вывод о большей неустойчивости овощеводства открытого грунта, в то время как в овощеводстве закрытого грунта наблюдается стабильное развитие и рост. Среди предприятий, занимающихся овощеводством есть как предприятия, в которых производятся только овощи открытого грунта, закрытого грунта или присутствуют обе подотрасли овощеводства. Стоит отметить появление в 2018-2019 гг. новых тепличных комплексов в рамках реализации региональных программ развития, большинство из них было ориентировано на получение государственной поддержки.

За пятилетний период нам удалось выделить только два предприятия, устойчиво функционировавших и сохранивших деятельность на отчетную дату: СПК «Воронежский тепличный комбинат» и ООО «Осень» Каширского района Воронежской области.

Таблица 1.
Выручка по предприятиям Воронежской области с овощеводческой деятельностью

Table 1.

Revenue from enterprises of the Voronezh region with vegetable growing activities

Показатели Indicators	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Выручка по овощеводству – всего, тыс. руб. Income from vegetable growing – total, thousand RUR	743570	851644	822275	862295	942069	1066414
структура, % structure, %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
темп роста, % growth rate, %	-	114,5	96,6	104,9	109,3	113,2
в т. ч.: выручка по овощеводству открытого грунта, тыс. руб. including: revenue from open field vegetable growing, thousand RUR.	74157	101380	111002	89394	113497	49901
структура, % structure, %	10,0	11,9	13,5	10,4	12,0	4,7
темп роста, % growth rate, %	-	136,7	109,5	80,5	127,0	44,0
в т. ч.: выручка по овощеводству закрытого грунта, тыс. руб. including: revenue from indoor vegetable growing, thousand RUR.	669413	750264	711273	772901	828572	1016513
структура, % structure, %	90,0	88,1	86,5	89,6	88,0	95,3
темп роста, % growth rate, %	-	112,1	94,8	108,7	107,2	122,7

Если СПК «Воронежский тепличный комбинат» является специализированным тепличным комплексом с устойчивой площадью возделывания (300 000 м²), то ООО «Осень» в 2014 году имело площадь 30 га, а в 2019 году – 90 га. В целом оба предприятия характеризуются небольшим размером, ограниченным в росте.

Рассмотрим особенности организации воспроизводства инвестиционной деятельности на них. СПК «Воронежский тепличный комбинат» имеет высокое значение коэффициента износа основных средств, который на протяжении изучаемого периода постоянно увеличивается (таблица 2).

Так в 2014 году износ составлял 70%, а в 2019 году – 77%. Рост его указывает на невозможность предприятием сохранить даже существующее качество основных производственных фондов. Скорее всего, объем инвестиций не превышает сформированной амортизации (таблица 3), что также идентифицирует состояние воспроизводства инвестиционной деятельности предприятия.

Таблица 2.

Коэффициент износа основных средств
СПК «Воронежский тепличный комбинат»

Table 2.

Depreciation rate of fixed assets of APC
"Voronezh greenhouse complex"

Показатель Периоды Indicator	2014	2015	2016
Коэффициент износа Wear factor	0,70	0,70	0,71
Показатель Период Indicator	2017	2018	2019
Коэффициент износа Wear factor	0,74	0,75	0,77

Оценивая уровень инвестирования амортизации СПК "Воронежский тепличный комбинат", становится очевидным, что общий объем инвестиций предприятия недостаточен: так соотношение введенных объектов основных средств и амортизации начисленной в том же периоде превышало единицу только один раз в 2015 году. Более того, в период с 2015–2019 гг. наблюдается динамичное снижение данного показателя.

Таблица 3.

Уровень инвестирования амортизации СПК «Воронежский тепличный комбинат»

Table 3.

Investment level of depreciation of APC "Voronezh greenhouse complex"

Показатели Indicators	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Начисленная амортизация, тыс. руб. Accrued depreciation, thousand rubles	18782	17879	18455	16650	15955	12138
Введено в эксплуатацию основных средств, тыс. руб. Fixed assets put into operation, thousand rubles	6397	29640	13895	5291	1974	696
Уровень инвестирования амортизации Depreciation investment level	0,34	1,66	0,75	0,32	0,12	0,06

Оценивая уровень инвестиций по отношению к прибыли (таблица 4), мы можем обнаружить, что СПК «Воронежский тепличный комбинат» имеет возможность наращивания объемов вложений: на инвестиции использовано в среднем 22% получаемой чистой прибыли предприятия. Значительное превышение инвестиций над прибылью в 2018 году связано с низким ее объемом, в остальные годы можно заметить, что предприятие консервативно относится к инвестициям и не стремится их наращивать.

В то же инвестиционная деятельность характеризуется высокой рентабельностью – 448,4% в среднем, наименьшее значение ее зафиксировано в 2018 году, напомним, что СПК «Воронежский тепличный комбинат», одно из немногих предприятий, которое реализовало овощи с прибылью ввиду высокой доли убыточных предприятий. Как результат сложилась следующая динамика роста основных компонентов деятельности предприятия.

Таблица 4.

Эффективность инвестиций СПК "Воронежский тепличный комбинат"

Table 4.

The efficiency of investments of APC "Voronezh greenhouse complex"

Показатели Indicators	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Среднее Mean
Инвестиции (израсходовано), тыс. руб. Investments (spent), thousand rubles	10927	25110	14134	5052	1974	696	9648,8
Чистая прибыль, тыс. руб. Investments (spent), thousand rubles	53693	68653	59698	66809	182	10533	43261,3
Рентабельность инвестиций, % Return on investment, %	491,4	273,4	422,4	1322,4	9,2	1513,4	448,4
Доля прибыли, направленная на инвестиции Share of profit directed to investment	0,20	0,37	0,24	0,08	10,85	0,07	0,22

В СПК "Воронежский тепличный комбинат" темп роста чистой прибыли (таблица 5) не имеет устойчивой динамики: если в 2014 году он составлял 262%, в 2015 году – 127,9%, в 2017 году – 111,9%, в 2019 году – 5787,4%, то в 2016 году она упала на 13%, а в 2018 году и вовсе на 99,7% к уровню предыдущего года. Но рост запасов наблюдался в 2016–2018 гг., несмотря на падение прибыли, а вот в годы высокого роста прибыли наблюдалось наоборот снижение запасов. Так их величина стала меньше на 14,6–14,8% в 2014–2015 гг., и на 3,7% в 2019 году. Динамика роста оборотных активов также не сбалансирована, а снижения в пределах 7–9% наблюдались в 2015–2016 гг., а также в 2018 гг. Касаясь основных средств по первоначальной стоимости, обращает внимание факт долгосрочного использования объектов, что при

их высоком износе и сохранении их на балансе позволяет обеспечивать небольшой их прирост, который однако не компенсирует уровень инфляции: так прирост основных средств в 2014 году составил 0,9%, в 2015 году – 5,5%, в 2016 году – 2,4%, в 2017 году – 0,9%, в 2019 году – 0,1%, в 2018 году наблюдалось снижение на 4,4%. Такое состояние и динамика основных средств как объекта бухгалтерского учета позволяет сгладить выявленные ранее негативные явления в воспроизводственном процессе инвестиционной деятельности предприятия.

Следовательно, воспроизводство инвестиционной деятельности в СПК «Воронежский тепличный комбинат» можно охарактеризовать как скрытое суженное.

Рассмотрим по аналогичным показателям деятельность ООО «Осень».

Таблица 5.

Темп роста основных, оборотных средств и прибыли в СПК "Воронежский тепличный комбинат", %

Table 5.

Growth rate of fixed assets, working capital and profit of APC "Voronezh greenhouse complex", %

Показатели Indicators	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Темп роста чистой прибыли Net profit growth rate	262,0	127,9	87,0	111,9	0,3	5787,4
Темп роста запасов Stock growth rate	85,4	85,2	113,2	130,7	120,4	96,3
Темп роста оборотных активов Growth rate of current assets	140,6	91,9	91,7	133,5	92,2	104,3
Темп роста основных средств Fixed assets growth rate	100,9	105,5	102,4	100,9	95,6	100,1

По данным таблицы 6, износ основных средств предприятия гораздо ниже, чем у СПК «Воронежский тепличный комбинат». Оценивая динамику износа основных средств, мы пришли к выводу, что предприятие балансирует у величины в 40%, возможно некоторые объекты основных средств реализовывались до списания по разным причинам. Общая величина стоимости объектов основных средств увеличилась более чем в 2 раза, что указывает на расширенное воспроизводство. Произведем оценку остальных показателей, рассмотренных нами ранее.

Таблица 6.

Износ основных средств ООО «Осень»

Table 6.

Depreciation of fixed assets of LLC "Osen"

Показатель Indicator	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Коэффициент износа Wear factor	0,41	0,38	0,44	0,43	0,44	0,41

Как показывают данные, приведенные в таблице 7, уровень инвестирования амортизации на протяжении практически всего периода больше единицы. Это подразумевает, что объемы вложений в основные средства превышают суммы амортизации, а также включают прибыль и другие источники финансирования (долгосрочных кредитов, целевого финансирования и др.). ООО «Осень» имеет наиболее высокий уровень инвестирования амортизации 3,5 в 2014 году и в 2019 году, при этом только в 2016 году предприятие отказалось от инвестиций, что связано, вероятно, с санкциями для закупки импортной техники и ее значительного удорожания, что снизило эффективность данных мероприятий. В качестве негативного момента следует отметить несбалансированность роста инвестиций, что не позволяет получить устойчивого процесса воспроизводства инвестиционной деятельности.

Таблица 7.

Уровень инвестирования амортизации ООО «Осень»

Table 7.

Investment level of depreciation of of LLC "Osen"

Показатели Indicators	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Начисленная амортизация, тыс. руб. Accrued depreciation, thsd RUR	3851	4432	4319	4463	5021	6438
Введено в эксплуатацию основных средств, тыс. руб. Fixed assets put into operation, thsd RUR	6389	15473	295	11521	9235	22444
Уровень инвестирования амортизации Depreciation investment level	1,7	3,5	0,1	2,6	1,8	3,5

Данные таблицы 8 указывают на высокую эффективность инвестиционной деятельности ООО «Осень» Каширского района: в 2014–2015 гг. рентабельность превышает 88–93%, в 2017–2019 гг. – от 45 до 78%. Средний уровень ежегодных инвестиций составил 10682,33 тыс. руб., при рентабельности 97,7%. Как показывают

расчеты, в изучаемом периоде предприятие инвестиционная деятельность соответствовала по объему полученной прибыли. Для данного предприятия свой свойственен 100% возврат инвестиций в виде прибыли, что характеризует высокий уровень его воспроизводственной деятельности.

Таблица 8.

Эффективность инвестиций ООО «Осень»

Table 8.

The efficiency of investments of LLC "Osen"

Показатели Indicators	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Среднее Mean
Инвестиции (израсходовано), тыс. руб. Investments (spent), thousand rubles	6389	15732	295	11521	9235	22444	10936
Чистая прибыль, тыс. руб. Investments (spent), thousand rubles	5647	14768	17327	8984	7119	10249	10682,33
Рентабельность инвестиций, % Return on investment, %	88,4	93,9	5873,6	78,0	77,1	45,7	97,7
Доля прибыли, направленная на инвестиции Share of profit directed to investment	1,1	1,1	0,0	1,3	1,3	2,2	1,0

Рассмотрим структуру источников финансирования инвестиций ООО «Осень» Каширского района. Как показывают данные таблицы, предприятие использует разные источники: собственные и привлеченные. В составе собственных источников применяется прибыль и амортизация, в качестве заемных – кредиты банков. При этом структура их привлечения

неустойчива: в 2014–2017 гг. преобладают собственные средства – 100%, притом в 2014–2015 гг. использовались и прибыль, и амортизация, а в 2016–2017 гг. – только амортизация. В 2018 году источники финансирования на 75,8% представлены кредитными средствами, а в 2019 году при увеличении абсолютной величины – только 44,6%.

Таблица 9.

Структура инвестиций по источникам финансирования ООО «Осень» Каширского района

Table 9.

The structure of investments by sources of financing of LLC "Osen" of the Kashirsky district

Показатели Indicators	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Сумма источников, тыс. руб. The amount of sources, thousand rubles						
Всего Total	6389	15732	295	11521	9235	22444
в т. ч.: of them: собственных own	6389	15732	295	11521	2235	12444
из них: including: прибыль profit	2538	11300	-	-	-	-
прочие others	3851	4432	295	11521	2235	12444
привлеченных attracted	-	-	-	-	7000	10000
кредиты банков bank loans	-	-	-	-	7000	10000
Структура, % Structure, %						
Всего Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
в т. ч.: of them: собственных own	100,0	100,0	100,0	100,0	24,2	55,4
из них: including: прибыль profit	39,7	71,8	-	-	-	-
прочие others	60,3	28,2	100,0	100,0	24,2	55,4
привлеченных attracted	-	-	-	-	75,8	44,6
из них: of them: кредиты банков bank loans	-	-	-	-	75,8	44,6

Рассмотрим динамику темпов роста основных, оборотных средств, запасов и прибыли ООО «Осень» (таблица 10).

Как показывают данные таблицы 10, темп роста показателей сильно коррелирует с приростом прибыли: больший финансовый

результат оказывает стимулирующее воздействие на воспроизводство инвестиционной деятельности. В исследуемый период запасы и основные средства предприятия выросли более чем в 3 раза, что подтверждает наличие расширенного воспроизводства на предприятии.

Прирост запасов, несмотря на падение прибыли, ни разу не опустился ниже нуля: что указывает на обеспечение высокого качества бизнес-процессов. Для растениеводства большое значение имеет качественный посевной материал, удобрения и средства защиты растений. Динамичные инфляционные процессы указывают на необходимость постоянного прироста источников их финансирования.

Представим общие черты стратегического развития воспроизводства инвестиционной

деятельности СПК «Воронежский тепличный комбинат» и ООО «Осень» Каширского района:

— ограниченность экстенсивного роста по площади деятельности;

— высокая конкуренция: СПК «Воронежский тепличный комбинат» с импортерами овощей, а ООО «Осень» с домашними и фермерскими хозяйствами;

— схожая динамика прибыли, что указывает на схожесть сочетания внешних и внутренних факторов.

Таблица 10.

Темп роста основных, оборотных средств и прибыли в ООО «Осень» Каширского района, %

Table 10.

Growth rate of fixed assets, working capital and profit of LLC "Osen" of the Kashirsky district, %

Показатели Indicators	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Темп роста чистой прибыли Net profit growth rate	48,0	261,5	117,3	51,8	79,2	144,0
Темп роста запасов Stock growth rate	142,7	106,2	144,0	114,7	115,6	100,7
Темп роста оборотных активов Growth rate of current assets	125,7	103,5	175,2	104,2	117,6	95,1
Темп роста основных средств Fixed assets growth rate	113,6	130,2	99,4	117,1	110,5	125,7

Факторами, формирующими дифференцированное развитие предприятий, являются:

— разные темпы роста затрат и цен по реализуемой продукции;

— разные возможности и механизмы наращивания оборачиваемости/

ООО «Осень» производит сезонную продукцию, имеет возможности ее недлительного хранения и логистики, а СПК «Воронежский тепличный комбинат» может заниматься производством овощей круглогодично, но продукция не подлежит хранению.

Следует отметить, что принятая Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года предусматривает в качестве ключевого показателя рост инвестиций в основной капитал сельского хозяйства, который по совокупности к 2030 должен быть приращен на 31% к уровню 2019 года [14].

В результате проведенных расчетов можно сделать вывод о невозможности достижения заявленной величины роста в рамках принятой СПК "Воронежский тепличный комбинат" стратегии воспроизводства инвестиционной деятельности. Основная причина видится нам в низкой рентабельности продаж, активов, собственного капитала ввиду высокой затратности производства и отсутствия финансовой поддержки тепличных хозяйств со стороны

государства. Более того, региональная политика направлена на усиление конкуренции в данном сегменте: вводятся в эксплуатацию новые тепличные комплексы, имеющие меньший индекс затрат и больший коэффициент эффективности. Сокращение государственной поддержки приводит к снижению их эффективности.

ООО «Осень» имеет все ресурсы для организации более эффективной работы, а также может являться координатором региональных программ производства овощей, аккумулируя и интегрируя производство в личных подсобных хозяйствах и коммерческих организациях.

Заключение

Резюмируя, отметим несмотря на разную цикличность и объем инвестиций предприятий, некоторые проблемы воспроизводства инвестиционной деятельности имеют общую природу. Нам видится необходимым для их решения разработать общую концепцию развития отрасли овощеводства области, так, чтобы реализовать преимущества каждой ее подотрасли.

СПК «Воронежский тепличный комбинат» необходим устойчивый рост выручки и стабильный сбыт для формирования устойчивых механизмов покрытия вложений и отдачи инвестиций, а для ООО «Осень» актуально расширение деятельности и дальнейшее наращивание ее интенсивности и эффективности.

Литература

- 1 Колевид Г.Р. Производство овощей открытого и защищенного грунта в Российской Федерации и в республике Башкортостан // Российский электронный научный журнал. 2015. № 4 (18). С. 62–72.
- 2 Минаков И.А., Куликов Н.И., Соколов О.В. и др. Экономика отраслей АПК. М.: КолосС, 2004. 371 с.
- 3 Долгополова Ю.Ф. Организация инвестиционной деятельности в регионе // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2007. № 4. С. 43–45.
- 4 Асанов Б.М. Организация инвестиционной деятельности – ключ к ее успеху // Наука и новые технологии. 2011. № 10. С. 86–88.

- 5 Маркова Г.В. Организация инвестиционной деятельности сельскохозяйственных предприятий // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2011. № 3 (8). С. 23–25.
- 6 Петенкова А.С. Организация инвестиционной деятельности в условиях рыночной экономики // Вестник МГУП имени Ивана Федорова. 2011. № 2. С. 309–314.
- 7 Круглякова В.М. Методологические аспекты управления инвестиционной деятельностью в контексте общественного воспроизводства // Регион: системы, экономика, управление. 2011. № 3 (14). С. 16–22.
- 8 Бланк И.А. Управление инвестициями предприятия. Киев: Эльга, 2003. 469 с.
- 9 Hrytsaienko H. et al. Mechanism for the Maintenance of Investment in Agriculture // Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer, Cham, 2019. P. 29–40.
- 10 Popov D., Ternovykh K., Markova A., Leonova N., Masik A. The strategic parameters for the development of potato growing in the regional Agro-Industrial Complex // International Conference on Policies and Economics Measures for Agricultural Development (AgroDevEco 2020). 2020. P. 296–301.
- 11 Ulezko A.V., Tyutyunikov A.A., Kurnosov A.P. Theoretical and methodological aspects of designing prospective models for agricultural development // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. P. 012063.
- 12 Zaporozhtseva L.A., Tkacheva Y.V., Masik A.V. Investments and investment activity as drivers of regional vegetable growing development // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 2020. P. 012001.
- 13 Abate G. Vegetable farms grow differently. Gemüse (München), 2020. V. 36(10). P. 8-10.
- 14 Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2020 года № 993. URL: www.consultant.ru.
- 15 Schreinemachers P., Simmons E. B., Wopereis M. C. S. Tapping the economic and nutritional power of vegetables // Global food security. 2018. T. 16. C. 36-45.

References

- 1 Kolevid G.R. Production of vegetables in open and protected ground in the Russian Federation and in the Republic of Bashkortostan. Russian electronic scientific journal. 2015. no. 4 (18). P. 62–72.
- 2 Minakov I.A., Kulikov N.I., Sokolov O.V. et al Economics of the agro-industrial complex. Moscow, KolosS, 2004. 371 p.
- 3 Dolgoplova Yu. F. Organization of investment activities in the region. Bulletin of the Irkutsk State Economic Academy. 2007. no. 4. pp. 43–45.
- 4 Asanov B.M. Organization of investment activity is the key to its success. Science and new technologies. 2011. no. 10. pp. 86–88.
- 5 Markova G.V. Organization of investment activities of agricultural enterprises. Economics, Labor, Management in Agriculture. 2011. no. 3 (8). pp. 23–25.
- 6 Petenkova A.S. Organization of investment activity in a market economy. Bulletin of the MGUP named after Ivan Fedorov. 2011. no. 2. pp. 309–314.
- 7 Kruglyakova V.M. Methodological aspects of investment management in the context of social reproduction. Region: systems, economics, management. 2011. no. 3 (14). pp. 16–22.
- 8 Blank I.A. Enterprise investment management. Kiev: Elga, 2003. 469 p.
- 9 Hrytsaienko H. et al. Mechanism for the Maintenance of Investment in Agriculture. Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer, Cham, 2019. pp. 29–40.
- 10 Popov D., Ternovykh K., Markova A., Leonova N., Masik A. The strategic parameters for the development of potato growing in the regional Agro-Industrial Complex. International Conference on Policies and Economics Measures for Agricultural Development (AgroDevEco 2020). 2020. pp. 296–301.
- 11 Ulezko A.V., Tyutyunikov A.A., Kurnosov A.P. Theoretical and methodological aspects of designing prospective models for agricultural development. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. pp. 012063.
- 12 Zaporozhtseva L.A., Tkacheva Y.V., Masik A.V. Investments and investment activity as drivers of regional vegetable growing development. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 2020. pp. 012001.
- 13 Abate G. Vegetable farms grow differently. Gemüse (München), 2020. vol. 36(10). pp. 8-10.
- 14 Strategy for the development of the agro-industrial and fishery complexes of the Russian Federation for the period up to 2030: Order of the Government of the Russian Federation dated April 12, 2020 № 993 Available at: www.consultant.ru.
- 15 Schreinemachers P., Simmons E. B., Wopereis M. C. S. Tapping the economic and nutritional power of vegetables. Global food security. 2018. vol. 16. pp. 36-45.

Сведения об авторах

Александр В. Масик соискатель, кафедра финансов и кредита, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, Воронеж, 394087, Россия, masikalva@list.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5453-3676>

Вклад авторов

Александр В. Масик написал рукопись, коррективировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Alexander V. Masik Postgraduate Student, Department of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter The Great, Michurin st., 1, Voronezh, 394087, Russia, masikalva@list.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5453-3676>

Contribution

Alexander V. Masik wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Поступила 20/10/2020	После редакции 20/11/2020	Принята в печать 18/12/2020
Received 20/10/2020	Accepted in revised 20/11/2020	Accepted 18/12/2020

Требования к оформлению материалов для журнала «Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий»

Редакция просит авторов в подготовке рукописей руководствоваться изложенными ниже правилами. Рукописи, оформленные без соблюдения данных правил, редакцией рассматриваться не будут.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РУКОПИСЕЙ И ЗАЯВЛЕНИЕ НА РАССМОТРЕНИЕ

Представление рукописи в журнал «ВЕСТНИК ВГУИТ» для печати предполагает, что:

- 1) описанная в ней работа ранее не была опубликована;

- 2) она не рассматривается для публикации в ином издательстве;

- 3) ее публикация была одобрена всеми авторами и так или иначе взаимосвязанными организациями, в которых эта работа проводилась;

- 4) в случае принятия к публикации эта статья не будет опубликована где-либо еще в той же форме, на английском или на любом другом языке, в том числе и в электронном виде.

Представление статьи проводят через официальный сайт издания путем прохождения регистрации (<http://www.vestnik-vsu.ru/vguit/user/register>).

В состав электронной версии статьи должны входить:

1. Рукопись статьи оформленная строго в шаблоне редакции в формате Word 2007–2016. Word 2003 – **НЕ Принимается**
2. табличный материал в виде отдельного файла (**только при условии** когда объем одной таблицы превышает полную страницу журнальной статьи)
3. иллюстрации **в исходном формате данных с возможностью редактирования (программах для черчения/рисования/создания диаграмм и прочее, ТО ЕСТЬ НЕ сохранен в формате с потерей качества)** предпочтение, при этом отдается векторным форматам: **eps, svg, ai, pdf**, растровый формат изображений (с сжатием): форматы **png, jpeg и пр.** не прикреплять. Минимальное разрешение рисунков и графиков **600 dpi**. Это требование необходимо для повышения типографского качества печатной версии издания.

Если авторов несколько, то необходимо указать автора, которому будет адресована корреспонденция, и его контактные данные: адрес, номер телефона/факса, а также адреса электронной почты всех авторов.

ВНИМАНИЕ: Авторы несут полную ответственность за достоверность и оригинальность информации, предоставленной в рукописи. Все рукописи проходят проверку на наличие заимствований в системе «Антиплагиат». Оригинальность рукописи должна быть не менее 80%, в противном случае рукопись будет возвращена без права опубликования. При обнаружении нарушения авторских прав или плагиата будет проведена ретракция опубликованных статей в соответствии с правилами COPE.

ОФОРМЛЕНИЕ СТАТЫ

Статьи в журнале «ВЕСТНИК ВГУИТ» издаются на русском языке с реферат на английском языке. По согласованию с редакцией допускается публикация статьи и на английском языке.

Вся статья (текст, таблицы, примечания, заголовки, иностранные вставки, список литературы, подрисуночные подписи и др.) набирается на компьютере в соответствии со стилями форматирования **шаблона журнала для MS Word 2007-2016**.

Версия статьи выполненная средствами MS Word 2003 **НЕ принимаются**.

Объем статьи, включая список литературы и подрисуночные подписи, не должен превышать: для работ, имеющих общее значение 5–20 страниц текста, для кратких сообщений до 3 стр.

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ СТАТЬИ

I. ОСНОВНОЙ ТЕКСТ СТАТЬИ

Рукописи оригинальных исследований представляются по общепринятой международной схеме (IMRAD format - Introduction, Methods, Results and Discussion) и в статье должны найти отражение следующие рубрики:

Введение - кратко излагается современное состояние вопроса и обосновывается актуальность исследования. Дается критическая оценка литературы, имеющей отношение к рассматриваемой проблеме. Данная оценка разграничивает нерешенные вопросы. Ставятся четко сформулированные цели и задачи, поясняющие дальнейшее исследование в конкретной области;

Материалы и методы - дается достаточно подробное описание работы, для ее возможного воспроизведения. Методы, опубликованные ранее, должны сопровождаться ссылками: автором описываются только относящиеся к теме изменения.

Результаты - описываются в логической последовательности в виде отдельных фрагментов, разделенных подзаголовками, без элементов обсуждения, без повторения методических подробностей, без дублирования цифровых данных, приведенных в таблицах и рисунках.

Обсуждение - в разделе проводится детальный анализ полученных данных в сопоставлении с данными литературы, что служит обоснованием выводов и заключений авторов.

Заключение - подводятся основные итоги работы, приводятся рекомендации и указание на дальнейшие возможные направления исследований.

Для обзорных статей должны быть указаны *Введение* и в соответствии со стандартом PRISMA указать стратегию поиска литературы (<http://www.prisma-statement.org>).

Таблицы объема больше одной страницы указывать как Приложение в виде отдельного файла, так как они не будут опубликованы в печатной версии, а будут прикладываться в виде отдельного файла к электронной версии.

Названия и содержание рисунков (все подписи внутри) и таблиц (столбцов и строк) должны быть приведены как на русском, так и на английском языках.

Графический материал представляется в исходном формате данных с возможностью редактирования (программах для черчения/рисования/создания диаграмм и прочее, ТО ЕСТЬ НЕ сохранен в формате с потерей качества) предпочтение, при этом отдается векторным форматам: eps, svg, ai, pdf, исключение фотографии в растровом формате (с сжатием): png, jpeg и пр. Минимальное разрешение рисунков и графиков 600 dpi.

Файлы Excel -- внедрены в текст статьи, с возможностью редактирования.

II. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

Список литературы оформляется согласно Приложению 1, 2.

Цитируемая литература должна содержать не менее 10 источников, и не менее 5 ссылок на иностранные источники. В списке литературы должны быть опубликованы работы за последние пять лет, в том числе в журналах, индексируемых в базах данных *ScienceDirect*, *Web of Science*, *Scopus*, *Science Index*. Лишь в случае необходимости допустимы ссылки на более ранние труды. Справочная литература не старше 10 лет.

В список литературы **НЕ включаются** учебные пособия, нормативные и архивные материалы, статистические сборники, газетные заметки без указания автора, монографии, авторефераты и диссертации. В цитируемой литературе желательно указывать источники с DOI.

Вместо ссылок на материалы диссертаций и авторефератов диссертаций, рекомендуется ссылаться на оригинальные статьи по теме диссертационной работы, так как сами диссертации рассматриваются как рукописи и не являются печатными источниками.

Самоцитирование **НЕ более 2-х** ссылок.

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: <http://vestnik.vsu.ru/>

III. ПУБЛИКАЦИОННАЯ ЭТИКА

Статьи, принимаемые к публикации в журнале «*ВЕСТНИК ВГУИТ*», должны излагать наиболее существенные, законченные и еще ранее неопубликованные результаты научных исследований.

О публикационной этике и этических нормах для публикации в журнале «*ВЕСТНИК ВГУИТ*» см.: <http://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/about/editorialPolicies#custom-2>

Журнал «Вестник ВГУИТ» выходит 4 раза в год: № 1 – март; № 2 – июнь; № 3 – сентябрь; № 4 – декабрь.

Статья должна быть тщательно проверена и подписана всеми авторами.

К статье должны прилагаться сопроводительные документы:

- сопроводительное письмо;
- экспертное заключение;
- положительная рецензия ведущего ученого в данной области или члена редакционной коллегии серии, заверенная подписью и печатью.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным. В случае возвращения статьи для исправления датой представления считается день получения исправленного текста. Срок доработки - не более 1 месяца.

Материалы, не соответствующие данным требованиям оформления, к публикации не принимаются. Рукописи авторам не возвращаются.

IV. КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Информацию о стоимости публикации можно узнать в редакции журнала. Также редакция оказывает платные услуги профессионального перевода реферата и ключевых слов на английский язык.

По всем интересующим Вас вопросам обращаться в редакцию журнала по контактам:

Дерканосова Анна Александровна - кандидат технических наук, доцент кафедры Сервиса и ресторанного бизнеса, начальник Центра коллективного пользования «Контроль и управления энергоэффективными проектами»

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Телефон: 8 920 432 16 57

E-mail: post@vestnik-vsuet.ru, aa-derk@yandex.ru

Адрес 394000, г. Воронеж, пр. Революции, 19, ауд. 11.

Соответствие рубрик/разделов журнала Вестник ВГУИТ

Номенклатуре научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени.

1.1 Процессы и аппараты пищевых производств

1.2 Пищевая биотехнология

- **05.18.01** Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства
- **05.18.04** Технология мясных молочных и рыбных продуктов и холодильных производств
- **05.18.05** Технология сахара и сахаристых продуктов чая табака и субтропических культур
- **05.18.06** Технология жиров эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов
- **05.18.07** Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ
- **05.18.12** Процессы и аппараты пищевых производств
- **05.18.15** Товароведение пищевых продуктов и технология общественного питания

2. Химическая технология

- **05.17.01** Технология неорганических веществ
- **05.17.04** Технология органических веществ
- **05.17.06** Технология и переработка полимеров и композитов
- **05.17.07** Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- **05.17.08** Процессы и аппараты химических технологий

3. Экономика и управление

- **08.00.05** Экономика и управление народным хозяйством

ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

СТАТЬЯ В ЖУРНАЛЕ:

(кол-во авторов от 1 до 4):

Буянова И.В., Имангалиева Ж.К. Агрегат для тонкого измельчения творога // Вестник Международной академии холода. 2016. № 3. С. 23–26.

(кол-во авторов более 4):

Семенов Е.В., Бабакин Б.С., Воронин М.И., Белозёров А.Г. и др. Математическое моделирование процесса охлаждения хладоносителя системой замороженных шаров // Вестник Международной академии холода. 2016. № 4. С. 74–79.

СТАТЬЯ В ЖУРНАЛЕ С DOI:

(кол-во авторов от 1 до 4):

Илюхина Н.В., Колоколова А.Ю. Закономерности ингибирования культуры *Salmonella* // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 209–212. doi: 10.20914/2310-1202-2018-4-209-212

(кол-во авторов более 4):

Шарова Н.Ю., Принцева А.А., Манжиева Б.С., Выборнова Т.В. и др. Ферменты гидролитического действия в технологиях переработки некондиционного крахмалсодержащего сырья // Пищевая промышленность. 2019. № 4. С. 115–117. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10058

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ:

Содержание и технологии образования взрослых: проблема опережающего образования: сб. науч. тр. / Институт образования взрослых Рос. акад. образования; под ред. А.Е. Марона. М.: ИОВ, 2007. 118 с.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ, ФОРУМОВ, СОВЕЩАНИЙ, СЕМИНАРОВ:

Цветкова И.И., Сводцева И.А. Индикаторный подход к оценке кадровой безопасности в системе экономической безопасности предприятия // Устойчивое развитие социально-экономической системы Российской Федерации: мат. XVII науч.-практ. конф., Гурзуф, Ялта, 04 декабря 2015 г. Симферополь: Ариал, 2016. С. 110–112.

КНИГА, МОНОГРАФИЯ:

(кол-во авторов от 1 до 4):

Румянцева З.П. Менеджмент организаций. М.: Инфра-М, 2015. 432 с.

(кол-во авторов более 4):

Антипова Л.В., Сторублевцев С.А., Успенская М.Е., Попова Я.А. и др. Комплексная переработка кроликов: традиции и инновации: монография. Воронеж, 2017. 377 с.

ДИССЕРТАЦИЯ

Пономаренко Ю.А. Нетрадиционные корма и биологически активные вещества в рационах цыплят-бройлеров и кур-несушек: дис... д-ра с.-х. наук. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2017. 437 с.

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:

Ушакова А.С. Разработка комплексной технологии переработки сушеного плодово-ягодного сырья: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Кемерово: Кемер. технол. ин-т пищевой пром., 2017. 22 с.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ:

порядок описания:

Заглавие официального документа: сведения, относящиеся к заглавию (указ, постановление), Дата принятия документа / Название издания. Год издания. Количество страниц.

пример:

ГОСТ 5900–2014. Изделия кондитерские. Определение массовой доли влаги и сухих веществ. М.: Стандартинформ, 2015. 8 с.

ПАТЕНТ:

порядок описания:

Обозначение вида документа, номер, название страны, индекс международной классификации изобретений. Название изобретения / И.О.Фамилия изобретателя, заявителя, патентовладельца; Наименование учреждения-заявителя. Регистрационный номер заявки; Дата подачи; Дата публикации, сведения о публикуемом документе.

пример:

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС:

порядок описания:

Фамилия И.О. автора (если указаны). Название ресурса. Место издания: Издательство, год издания (если указаны). Адрес локального сетевого ресурса.

пример:

Липидус Л.В. Центр компетенций цифровой экономики. Ассоциация граждан и организаций по содействию развитию корпоративного образования. URL: <http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoj-ekonomiki/>

ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ:

СТАТЬЯ ИЗ ЖУРНАЛА:

порядок описания:

Фамилия И.О. автора (транслитерация). Перевод названия статьи на английский. Перевод названия источника на английский язык. Год, том, номер, страницы (от-до). Указание на язык статьи (in Russian) после описания статьи.

пример:

(кол-во авторов от 1 до 4):

Buyanova I.V., Imangalieva Zh.K. A unit for fine grinding of cottage cheese. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. no. 3. pp. 23–26. (in Russian).

(кол-во авторов более 4):

Semenov E.V., Babakin B.S., Voronin M.I., Belozerov A.G. et al. Mathematical modeling of the process of cooling a coolant with a system of frozen balls. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. no. 4. pp. 74–79. (in Russian).

СТАТЬЯ С DOI:

(кол-во авторов от 1 до 4):

Iyukhina N.V., Kolokolova A.Yu. Patterns of Inhibition of Salmonella Culture. Bulletin of the Voronezh State University. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 209–212. doi: 10.20914 / 2310-1202-2018-4-209-212 (in Russian).

(кол-во авторов более 4):

Sharova N.Yu., Printseva A.A., Manzhieva B.S., Vybornova T.V. et al. Hydrolytic enzymes in the processing of substandard starch-containing raw materials. Food Industry. 2019. no. 4. pp. 115–117. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10058 (in Russian).

СТАТЬЯ ИЗ ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. Journal of Computer Mediated Communication. 1999. vol. 5. no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/>

СТАТЬЯ ИЗ ПРОДОЛЖАЮЩЕГОСЯ ИЗДАНИЯ (СБОРНИКА ТРУДОВ):

Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints “steel-composite”. Proc. of the Bauman MSTU “Mathematical Modeling of Complex Technical Systems”. 2006. no. 593. pp. 125–130. (in Russian).

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ:

Tsvetkova I.I., Svodtseva I.A. An indicator approach to the assessment of personnel security in the system of economic security of an enterprise. Sustainable development of the socio-economic system of the Russian Federation. Simferopol, Arial, 2016. pp. 110–112. (in Russian).

КНИГИ (МОНОГРАФИИ, СБОРНИКИ):

(кол-во авторов от 1 до 4):

Rumyantseva Z.P. Management of organizations: a monograph. Moscow, Infra-M, 2015. 432 p. (in Russian).

(кол-во авторов более 4):

Antipova L.V., Storublevtsev S.A., Uspenskaya M.E., Popova Ya.A. et al. Complex processing of rabbits: traditions and innovations: a monograph. Voronezh, 2017. 377 p. (in Russian).

ДИССЕРТАЦИЯ ИЛИ АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:

Ushakova A.S. Development of a comprehensive technology for processing dried fruit and berry raw materials. Kemerovo, Kemer. Technol. Institute of Food Industry, 2017. 22 p. (in Russian).

ГОСТ:

State Standard 5900–2014. Confectionery products. Determination of the mass fraction of moisture and dry matter. Moscow, Standartinform, 2015. 8 p. (in Russian).

ПАТЕНТ:

Chetverikova I.V., Shevtsov A.A., Tkach V.V., Serdyukova N.A. The method of complex processing of soybean seeds with the allocation of protein-containing fractions. Patent RF, no. 2689672, 2019.

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС:

Lapidus L.V. Center of competence of digital economy. Association of citizens and organizations for the development of corporate education. Available at: <http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoj-ekonomiki/> (in Russian).

List of requirements of drawing up materials in «Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies»

Editorial Board asks the authors to stick to the following rules in writing the papers, otherwise they may be rejected. Submitting the manuscripts for the review.

Submitting the article for publication in the journal "Proceedings of the VSUET" includes: the paper has not been previously published; it is not being considered for publication in another publishing house; its publication has been approved by all authors and interlinked organizations in which this work was carried out; in case of the approval for publication the paper will not be published elsewhere in the same form, in English or any other language, including electronic form.

Submission form (application) for the publication of an article in a journal, filled up in accordance with the rules, should be sent to the following address: **19, Revolution av., 11 Voronezh 394000 Russia** and the electronic version of the paper with an attached manuscript file to an e-mail address vestnikvgt@mail.ru. Should specify the name of the first author of the article in the subject.

The electronic version of the paper should include: a file containing the text of the article, illustrations, tabular material in a separate file (if the amount of one table exceeds full page) and illustration (files in original format), preference is given to vector formats: eps, svg, ai, pdf.

If there are several authors, you must specify contact details of the authors to whom correspondence shall be addressed: address, phone / fax numbers and e-mail addresses.

The manuscript must be accompanied by a review from a specialist in this field, certified by signature and stamp.

Online application form is also available. The author can use the official website of the journal by completing registration at <http://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/user/register>.

All articles received by the editorial board of the journal "Proceedings of the VSUET", are subject to mandatory unilateral anonymous ("blind") review (the authors do not know the names of reviewers of the manuscript, and will receive a letter with comments, signed by the chief editor).

After passing the review procedure and the approval of an article for publication, the authors' names and their listed order cannot be changed (addition, deletion, rearrangement). When submitting the final version of the article, please make sure that the list of authors is a complete and listed in a proper order.

ATTENTION: The author is solely responsible for the accuracy and originality of the information provided in the article. All manuscripts are checked for the presence of borrowings using "Antiplagiat" system. All manuscripts are tested with ANTIPLAGIAT for testing electronic documents for originality and reveal plagiarisms. The manuscript must comprise at least 80% of originality; otherwise the manuscript will be returned without the right to be published. Upon detection of copyright infringement or plagiarism in already published articles, they will be invalidated in accordance with the rules of COPE.

Requirements for structure of the paper

Articles in the journal "Proceedings of the VSUET" are published in Russian with English summary. In agreement with the editors, the publication may be done entirely in English.

By agreement, the editors accept publication of the article in English.

Full article (tables, text, footnotes, headers, inserts in a foreign language, references, captions, etc..) must be typed on a computer: in accordance with journal template formatting styles for MS Word 2007-2016..

The volume of the article, including references and captions must not exceed: for work of a common significance: from 5 to 20 pages, for news reports to 3 pages.

The manuscript should be structured to the following plan:

- *Type of article (original article, review article, short message or letter);*
- *UDC (Universal Decimal classification);*
- *DOI - numeric identifier (provided by the editors available for an extra fee);*
- *Full title of the article;*

- *First name (full), patronymic name (initials) and surname (full) of the author (s) e-mail;*
- *Name of the department (for a university) / laboratory (for Scientific Research Institute), the full name of the workplace, city, country;*
- *Abstract;*
- *Keywords;*
- *For reference (filled automatically);*
- *Structured text of the article;*
- *Thanks / acknowledgements;*
- *List of resources used (bibliography);*
- *Information about the authors;*
- *Contribution;*
- *Conflict of interest.*

The English version of the article title, first name, patronymic initial and last name of the authors, the full names of all workplaces, structured summaries and keywords must be given below a resume and keywords in Russian.

The editors reserve the right to correct the translation. It is recommended to take the help of a professional translator to avoid mistakes in compiling the English version of resume.

REQUIREMENTS TO THE CONTENT

I THE TITLE PAGE INCLUDES:

Article type

UDK

DOI:

TITLE OF THE ARTICLE. Title of work should be as short as possible (no more than 120 characters), and should accurately reflect its content. It is important to avoid titles in the form of interrogative sentences, as well as titles with an ambiguous meaning. Must use only standard abbreviations (acronyms). Must not use acronyms in the title. Full term should precede the first use of the acronym in the text.

FIRST NAME (FULL), PATRONYMIC (INITIAL) AND SURNAME (FULL) OF AUTHOR (S).

For example: **Aleksey D. Ivanov¹,**

Ivan A. Petrov²

FULL NAME OF ALL ORGANIZATIONS to which the authors are related. If the authors work in different institutions, the relationship of each author with his organization should be shown by using uppercase numbers, for example:

Example: Department (Laboratory), University (scientific research institute), city, country.

II. THE MAIN TEXT OF THE ARTICLE

The manuscripts of original research are submitted under the standard international scheme (IMRAD format - Introduction, Methods, Results and Discussion) and article should reflect the following headings:

Introduction - outlines the current state of the problem and the urgency of the study. It is necessary to give a critical assessment of the literature related to the issue. This assessment differentiates outstanding issues. Clear defined goals and objectives must be determined, explaining further research in a particular area;

Materials and methods - a fairly detailed description of the work is given. Previously published methods should be accompanied by a reference note: the author describes the changes related to the subject.

The results and discussion - the results should be clear and concise. Give a convincing explanation of the results and their significance so as the reader can not only independently assess the methodological advantages and disadvantages of the study, but also replicate if necessary.

Conclusion summarizes the main results of the research. The author gives recommendations and guidance on possible areas of further research.

The name and contents of figures and tables (rows and columns) should be given as in both Russian and English languages.

III ACKNOWLEDGEMENTS:

(when available - in Russian and English). The author should list persons, organizations, foundations, etc., who contributed help for a research, work and so on. (E.g. financial aid, language (linguistic) aid assistance in writing articles or editing proofreading, etc.)

IV. REFERENCES

Cited bibliography must contain at least 10 sources. Self-citations are allowed no more than 20 percent. At least 50 percent of the sources from the bibliography should be published in the last five years, including in the journals indexed in databases **ScienceDirect**, **Web of Science**, **Scopus**, **Science Index**. Only in case of need the references to earlier works are allowed. The bibliography does not include textbooks, regulatory and archival materials, statistical collections, newspaper notes without the author's name, monographs, abstracts and theses. In the cited literature, it is desirable to specify the sources with **DOI**.

Bibliography (list of resources) is presented in two ways:

1. *Russian along with foreign sources in accordance with GOST 7.0.5-2008 (All Union State standard).*
2. *Transliterated in the Latin alphabet with the translation of source publications into English for the international identification system.*

Style of links (references):

In the article, the number of a link is enclosed in square brackets and placed in line with the text. You can give the names of the authors, but the number(s) of the references must always be present. The reference numbers (numbers in brackets) shall be in the reference list in the order in which they appear in text.

Example:

«... as shown [3; 6] or Barnaby and Jones [8] obtained a different result ... »

The author is solely responsible for the accuracy of bibliographic sources, including the English translation.

1. Russian version - in accordance with *Appendix 1, 2*

References in the Russian version of the article are given in the original language. All references should be made uniformly: only a dot (full stop) without dashes between the parts of description. Symbols № and & are not used; for a number you should use Latin letter N with no point after it; double slash separates the description of a larger document, which refers to the fragment. You should not put dot (full stop) before the double slash // but spaces before and after the double slash // are required.

2. The English (REFERENCES) - in accordance with Harvard standard:

References in English are primarily necessary to track cited authors and journals. The correct description of the sources used in reference lists is the guarantee that the quoted publication will be taken into account when assessing the scientific work of its authors, and thus the organization, region and country. Quoting a journal determines its scientific level, the credibility, the effectiveness of its Editorial Board, etc.

The names of sources and works are specified in full, without abbreviations. The titles of monographs, collections of articles and conferences are transliterated into Latin alphabet, followed by an English translation in brackets. The website <http://www.translit.ru/> can be used for free transliteration of Russian text in Latin letters (version of BSI).

In the bibliography (**English version**), it is not allowed to use separating characters «//», «—» and «№»

Instead of references to materials of theses and abstracts, it is recommended to include references to the original articles on the subject of the thesis, as the theses themselves are viewed as the manuscripts and are not printed sources.

VI. BASIC ETHICAL PRINCIPLES

Articles accepted for publication in the journal "Proceedings of the VSUET" must reveal the most significant, complete and previously unpublished research results.

To learn more on publication ethics and ethical standards for publication in the journal "Proceedings of the VSUET" please visit the website.: <http://www.vestnik-vsuet.ru/vguir/about/editorialPolicies#custom-2>

The magazine «the Messenger ВГУИТ» leaves 4 times a year: № 1 – March; № 2 – June; № 3 – September; № 4 – December.

The article must be thoroughly checked and signed by all the authors. Name, middle name, last name, address, science degree, position, place of work, telephone number (office and home) E-mail, the person communicate to are pointed out on a separate sheet of paper.

Accompanying deeds should be applied on paper:

- The transmittal letter;
- An extract from the report of faculty meeting with paper recommendation for printing;
- The positive review of the leading scientist in the given area or a member of an editorial board of the series, authenticated by the signature and printing.

The question on paper publication, its deviation is solved by an editorial board of the log and the solution is definitive. In case of refund of paper for correction by representation date it is considered day of reception of the corrected text. Finishing term - no more than 1 month.

The materials mismatching given demands of registration, to the publication are not accepted. Manuscripts are not refunded to authors.

The pay for the publication of manuscripts is not raised from post-graduate students

VII. CONTACT INFORMATION

scientific and public journal "Proceedings of the VSUET"

If you have any questions, please contact the editorial office:

Anna A. Derkanosova - Ph.D., associate professor of department of Service and restaurant business, Head of the Centre for collective use "Control and management of energy efficient projects"

FSBEE HE "Voronezh state university of engineering technologies"

Tel.: 8 920 432 16 57

E-mail: vestnikvgta@mail.ru, aa-derk@yandex.ru

Address: 19, Revolution av., 11 Voronezh 394000 Russia

ORDER OF DESCRIPTION OF LINKS IN RUSSIAN

JOURNAL ARTICLE:

(number of authors from 1 to 4):

Buyanova I.V., Imangalieva Zh.K. A unit for fine grinding of cottage cheese // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. № 3. P. 23–26.

(number of authors more than 4):

Semenov E.V., Babakin B.S., Voronin M.I., Belozarov A.G. et al. Mathematical modeling of the process of cooling a coolant with a system of frozen balls // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. № 4. P. 74–79.

ARTICLE WITH DOI:

(number of authors from 1 to 4):

Ilyukhina N.V., Kolokolova A.Yu. Patterns of Inhibition of *Salmonella* Culture // Bulletin of the Voronezh State University. 2018. V. 80. № 4. P. 209–212. doi: 10.20914 / 2310-1202-2018-4-209-212

(number of authors more than 4):

Sharova N.Yu., Printseva A.A., Manzhieva B.S., Vybornova T.V. et al. Hydrolytic enzymes in the processing of substandard starch-containing raw materials // Food Industry. 2019. № 4. P. 115–117. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10058

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS:

The content and technology of adult education: the problem of advanced education: collection of scientific papers / Institute for Adult Education Ros. Acad. education; under the editorship of A.E. Marona. M.: JOB, 2007. 118 p.

MATERIALS OF CONFERENCES, FORUMS, MEETINGS, SEMINARS:

Tsvetkova I.I., Svodtseva I.A. An indicator approach to the assessment of personnel security in the system of economic security of an enterprise // Sustainable development of the socio-economic system of the Russian Federation: mat. XVII scientific and practical. conf., Gurzuf, Yalta, December 4, 2015. Simferopol: Arial, 2016. P. 110–112.

BOOK, MONOGRAPH:

(number of authors from 1 to 4):

Rumyantseva Z.P. Management of organizations. M.: Infra-M, 2015. 432 p.

(number of authors more than 4):

Antipova L.V., Storulevtsev S.A., Uspenskaya M.E., Popova Y.A. et al. Integrated processing of rabbits: traditions and innovations: a monograph. Voronezh, 2017. 377 p.

DISSERTATION:

Ponomarenko Yu.A. Unconventional feeds and biologically active substances in the diets of broilers and laying hens: dis ... Dr. S.-kh. sciences. Sergiev Posad: VNITIP, 2017. 443 p.

SUMMARY OF THE DISSERTATION

Ushakova A.S. Development of a comprehensive technology for processing dried fruit and berry raw materials: abstract of the diss....cand. tech. sciences. Kemerovo: Kemer. technol. Institute of Food Industry, 2017. 22 p.

REGULATORY DOCUMENTS:

description order:

Title of an official document: information related to the title (decree, resolution), Date of adoption of the document / Title of publication. The year of publishing. Number of pages.

example:

GOST 5900–2014. Confectionery. Determination of the mass fraction of moisture and solids. M.: Standartinform, 2015. 8 p.

PATENT:

description order:

Designation of the type of document, number, name of the country, index of international classification of inventions. Title of invention / name of inventor, applicant, patent holder; Name of applicant institution. Registration number of the application; Date of application; Date of publication, information about the published document.

example:

7 Pat. no. 2689672, RU, A23L 5/00. The method of complex processing of soybean seeds with the allocation of protein-containing fractions / Chetverikova I.V., Shevtsov A.A., Tkach V.V., Serdyukova N.A. no. 2018107149; Appl. 26.02.2018; Publ. 01.07.2019. Bull. Number 19.

ELECTRONIC RESOURCE:Lapidus L.V. Center of competence of digital economy. Association of citizens and organizations for the development of corporate education. URL: <http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoj-ekonomiki/>

ENGLISH LANGUAGE DESCRIPTION PROCEDURE:**JOURNAL ARTICLE:**

description order:

Surname I.O. author (transliteration). Translation of the title of the article into English. Translation of the source name into English. Year, volume, number, pages (from-to). An indication of the language of the article (in Russian) after the description of the article.

example:

(number of authors from 1 to 4):

Buyanova I.V., Imangalieva Zh.K. A unit for fine grinding of cottage cheese. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. no. 3. pp. 23–26. (in Russian).

(number of authors more than 4):

Semenov E.V., Babakin B.S., Voronin M.I., Belozerov A.G. et al. Mathematical modeling of the process of cooling a coolant with a system of frozen balls. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. no. 4. pp. 74–79. (in Russian).

ARTICLE WITH DOI:

(number of authors from 1 to 4):

Ilyukhina N.V., Kolokolova A.Yu. Patterns of Inhibition of Salmonella Culture. Bulletin of the Voronezh State University. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 209–212. doi: 10.20914 / 2310-1202-2018-4-209-212 (in Russian).

(number of authors more than 4):

Sharova N.Yu., Printseva A.A., Manzhieva B.S., Vybornova T.V. et al. Hydrolytic enzymes in the processing of substandard starch-containing raw materials. Food Industry. 2019. no. 4. pp. 115–117. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10058 (in Russian).

ARTICLE FROM ELECTRONIC JOURNAL:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. Journal of Computer Mediated Communication. 1999. vol. 5. no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/>

ARTICLE FROM CONTINUING PUBLICATIONS (PROCEEDINGS):

Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints “steel-composite”. Proc. of the Bauman MSTU “Mathematical Modeling of Complex Technical Systems”. 2006. no. 593. pp. 125–130. (in Russian).

CONFERENCE MATERIALS:

Tsvetkova I.I., Svodtseva I.A. An indicator approach to the assessment of personnel security in the system of economic security of an enterprise. Sustainable development of the socio-economic system of the Russian Federation. Simferopol, Arial, 2016. pp. 110–112. (in Russian).

BOOK, MONOGRAPH:

(number of authors from 1 to 4):

Rumyantseva Z.P. Management of organizations: a monograph. Moscow, Infra-M, 2015. 432 p. (in Russian).

(number of authors more than 4):

Antipova L.V., Storublevtsev S.A., Uspenskaya M.E., Popova Ya.A. et al. Complex processing of rabbits: traditions and innovations: a monograph. Voronezh, 2017. 377 p. (in Russian).

DISSERTATION OR SUMMARY OF THE DISSERTATION:

Ushakova A.S. Development of a comprehensive technology for processing dried fruit and berry raw materials. Kemerovo, Kemer. Technol. Institute of Food Industry, 2017. 22 p. (in Russian).

GOST:

State Standard 5900–2014. Confectionery products. Determination of the mass fraction of moisture and dry matter. Moscow, Standartinform, 2015. 8 p. (in Russian).

PATENT:

Chetverikova I.V., Shevtsov A.A., Tkach V.V., Serdyukova N.A. The method of complex processing of soybean seeds with the allocation of protein-containing fractions. Patent RF, no. 2689672, 2019.

ELECTRONIC RESOURCE:

Lapidus L.V. Center of competence of digital economy. Association of citizens and organizations for the development of corporate education. Available at: <http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoj-ekonomiki/> (in Russian).