ISSN 2311-6447

ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ АПК- ПРОДУКТЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

TECHNOLOGIES FOR THE FOOD AND PROCESSING INDUSTRY OF AIC - HEALTHY FOOD

№ 1, 2026



Ассоциация
«Технологическая платформа «Технологии пищевой
и перерабатывающей промышленности АПК –
продукты здорового питания»
(Ассоциация «ТППП АПК»)

Association
«Technology platform «Technologies of Food and Processing Industries
of Agro-industrial Complex– Healthy Food»
(Association «TFPI AIC»)

ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ АПК – ПРОДУКТЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

TECHNOLOGIES FOR THE FOOD AND PROCESSING INDUSTRY OF AIC – HEALTHY FOOD

№ 1, 2026

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

SCIENTIFIC-THEORETICAL JOURNAL

Воронеж
2026

20256
Voronezh

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

Журнал издается при информационной поддержке Министерства здравоохранения РФ

Материалы журнала размещаются в БД РИНЦ (http://elibrary.ru, л/д № 234-04/2014)
БД AGRIS (ЦНСХБ http://www.cnshb.ru/)
ЭБС Лань (http://e.lanbook.com, л/д № 11/08)
ЭБ КиберЛенинка (http://cyberleninka.ru/, л/д № 32325-01)

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Главный редактор:
Чертов Евгений Дмитриевич - д.т.н., профессор, председатель Правления Ассоциации «ТППП АПК», советник при ректорате ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

Заместитель главного редактора:

Антипов Сергей Тихонович – д.т.н., профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

Члены редакционного совета:

Лисицын Андрей Борисович – д.т.н., профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии РФ, Председатель Экспертного совета Ассоциации «ТППП АПК», научный руководитель ФГБНУ «ФНЦ Пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

Панфилов Виктор Александрович – д.т.н., академик РАН, руководитель рабочей группы «Машиностроение» Экспертного совета Ассоциации «ТППП АПК», профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Трунов Юрий Викторович – д.т.н., заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Завражнов Анатолий Иванович – д.т.н., профессор, почетный работник высшего образования, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, академик РАН, заместитель Председателя Экспертного совета Ассоциации «ТППП АПК», главный научный сотрудник университета ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Антипова Людмила Васильевна – д.т.н., Заслуженный деятель науки РФ, руководитель рабочей группы «Производство пищевых продуктов» Экспертного совета Ассоциации «ТППП АПК», профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

Сычева Ольга Владимировна – д.с.-х.н., профессор, академик Российской Академии продовольственной безопасности, Почетный работник АПК РФ, заведующая кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «СтГАУ»

Васильева Лидия Михайловна - д.с.-х.н., доцент, заместитель председателя Экспертного совета Ассоциации «ТППП АПК», руководитель научно-образовательного центра «Осетроводство» ФГБОУ ВО «АГУ»

Корнеева Ольга Сергеевна – д.б.н., профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ, заместитель Председателя Экспертного совета Ассоциации «ТППП АПК», врио ректора ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

Алексанян Игорь Юрьевич – д.т.н., профессор кафедры технологических машин и оборудования ФГБОУ ВО «АГТУ»

Росляков Юрий Федорович – д.т.н., Заслуженный изобретатель РФ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, профессор кафедра пищевой инженерии ФГБОУ ВО «КубГТУ»

Романова Елена Михайловна – д.б.н., профессор, заведующая кафедрой биологии, экологии, паразитологии, водных биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Федоренко Борис Николаевич – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой прикладной механики и инжиниринга технических систем ФГБОУ ВО «МГУПП»

Нухкади Ибрагимович Рабазанов - д.б.н., профессор, Заслуженный деятель науки РД, директор Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского Федерального Исследовательского Центра РАН

Пучков Михаил Юрьевич - д.с.-х.н., доцент, заведующий лабораторией селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур ФГБОУ ВО «АГУ»

Захаров Вячеслав Леонидович - д.с.-х.н., доцент кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «ЕГУ им. И.А. Бунина»

Алиев Таймасхан Гасан-Гусейнович - д.с.-х.н., профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Бобрович Лариса Викторовна - д.с.-х.н., профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Ламонов Сергей Александрович - д.с.-х.н., профессор кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Сушков Василий Степанович - д.с.-х.н., профессор кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Скоркина Ирина Алексеевна - д.с.-х.н., профессор кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Международный состав:

Барулин Николай Валерьевич – д.н., заведующий кафедрой ихтиологии и рыбоводства Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», респ. Беларусь

Асылбекова Сауле Жангировна – д.б.н., ассоциированный профессор, заместитель генерального директора «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», респ. Казахстан

Дьякун Ярослав – д.т.н., профессор Кошалинского политехнического университета, Польша

Оспанов А.А. – д.т.н., академик КазНАЕН, профессор КазНАУ, руководитель научно-исследовательского центра технологии перерабатывающих производств, респ. Казахстан

Акулич А.В. – д.т.н., профессор УО «МГУП», заслуженный изобретатель РБ, респ. Беларусь

Варади Ласло – д.б.н., президент сети центров аквакультуры Центральной и Восточной Европы (НАСИ), президент Венгерской ассоциации аквакультуры, Венгрия

Кизатова Майгуль Жалеловна – д.т.н., профессор, профессор кафедры фармацевтической технологии Казахского национального медицинского университета имени С.Д. Асфендиярова, республика Казахстан

РЕДАКЦИОННЫЕ КОЛЛЕГИИ РУБРИК

Сельское хозяйство

Белозеров Г.А. (гл. ред.), Григорьева Л.В., Савельева Н.Н., Василенко В. Н., Причко Т.Г., Черемушкина И.В.

Аквакультура

Васильева Л.М., Мукатова М.Д., Иванова Е.Е.

Пищевые системы. Биотехнология

Антипова Л.В. (гл. ред.), Чернуха И. М., Елисеева Л.Г., Родионова Н.С., Пономарева Е.И.

Машиностроение в АПК

Панфилов В.А. (гл. ред.), Остриков А.Н., Шаззо А.Ю., Шахов С.В., Мокрозуб В.Г., Федоренко Б.Н., Магомедов Г.О.

Ответственный секретарь: Сухарева И.А.

Учредитель: Ассоциация «Технологическая платформа «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания» (Ассоциация «ТППП АПК»)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор): Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-61466 от 10 апреля 2015 г.

Подписной индекс в объединенном каталоге «ПРЕССА РОССИИ» 38920

Адрес Ассоциации «Технологическая платформа «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания»
394036, Воронеж, ул. Арсенальная д. 3, оф.. 226
тел.: 8(961)187-65-88
E-mail: red.platforma@mail.ru
платформа-апк.рф
Адрес редакции, издателя: 394036 г. Воронеж, ул. Арсенальная, д. 3, оф. 226
Адрес типографии: 394019, Воронеж, ул. Краснодонская , д. 16И, офис 7

Сдано в набор 01.03.2026.
Дата выхода в свет 16.04.2026.

Формат 70×100 1/8.

Усл. печ. л. 32,5. Тираж 1000 экз. Заказ 450

Цена – свободная.

© Ассоциация «Технологическая платформа «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания», 2026

12+

Любое воспроизведение материалов и их фрагментов возможно только с письменного разрешения редакции.

The Journal is included in the list of publications, which recommended by the Highest Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for publishing dissertation researches

The Journal is polished with information support of The Ministry of Heath of the Russian Federation
Journal articles are placed in the base of Russian Science Citation index data (http://elibrary.ru, license agreement № 234-04/2014)
In the base of AGRIS (CNCHB http://www.cnshb.ru/)
In the electronic library system of publishing house Lan' (http://e.lanbook.com, license agreement № 11/08)
In the electronic library CyberLeninka (http://cyberleninka.ru/)

EDITORIAL BOARD

EDITORIAL COUNCIL OF THE JOURNAL

Editor-in-Chief:
Evgeny Dmitrievich Chertov - Doctor of Technical Sciences, Professor, Chairman of the Management Board of the Association "CCI AIC", Adviser to the Rector of the VSUIT

Deputy Editor-in-Chief:

Antipov Sergey Tikhonovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Food Production Machines and Apparatuses of VSUIT

Members of the Editorial Board:

Lisitsyn Andrey Borisovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, laureate of the State Prize of the Russian Federation, Chairman of the Expert Council of the Association "CCI AIC", Scientific Director of the FSBI "V.M. Gorbatov Food Systems Research Center" of the Russian Academy of Sciences

Panfilov Viktor Aleksandrovich – Doctor of Technical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, head of the working group "Mechanical Engineering" of the Expert Council of the Association "CCI AIC", Professor of the Department of Processes and Devices of Processing Industries FGBOU IN RGAU-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev

Trunov Yuri Viktorovich – Doctor of Technical Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor of the Department of Horticulture, Biotechnology and Crop Breeding, Michurinsky State Agrarian University

Zavrazhnov Anatoly Ivanovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Honorary Worker of Higher Education, Honored Worker of Science and Technology of the Russian Federation, Academician of the Russian Academy of Sciences, Deputy Chairman of the Expert Council of the Association "CCI AIC", Chief Researcher of the University of the Michurinsky State Agrarian University

Antipova Lyudmila Vasilyevna – Doctor of Technical Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, head of the working group "Food Production" of the Expert Council of the Association "CCI Agroindustrial Complex", Professor of the Department of Technology of Animal Products FGBOU HE "VGUIT"

Olga Vladimirovna Sycheva – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Food Security, Honorary Worker of the Agro-Industrial Complex of the Russian Federation, Head of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products of the FSUE VO "StGAU"

Vasilyeva Lidiya Mikhailovna - Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Deputy Chairman of the Expert Council of the Association "CCI Agroindustrial Complex", head of the scientific and educational center "Sturgeon Breeding" FGBOU VO "ASU"

Korneeva Olga Sergeevna – Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, Deputy Chairman of the Expert Council of the Association "CCI AIC", Vice-Rector for Scientific and Innovative Activities of the VSUIT

Aleksanyan Igor Yurievich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technological Machines and Equipment of the Federal State Budgetary Educational Institution "AGTU"

Roslyakov Yuri Fedorovich – Doctor of Technical Sciences, Honored Inventor of the Russian Federation, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Professor of the Department of Food Engineering of the FSBEI HE "KubSTU"

Romanova Elena Mikhailovna – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biology, Ecology, Parasitology, Aquatic Bioresources and Aquaculture of the Ulyanovsk State University

Boris Fedorenko – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Mechanics and Engineering of Technical Systems of the Moscow State Pedagogical University "MGUPP"

Nuhkadi Ibragimovich Rabazanov - Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Republic of Tatarstan, Director of the Caspian Institute of Biological Resources of the Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

Mikhail Yuryevich Puchkov - Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Breeding and Seed Production of Agricultural Crops of the ASU

Vyacheslav L. Zakharov - Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Agricultural Products of the I.A. Bunin YSU

Aliyev Taimaskhan Hasan-Huseynovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology GBOU IN Michurinsky GAU

Larisa Viktorovna Bobrovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology GBOU IN Michurinsky GAU

Lamonov Sergey Alexandrovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Production, Storage and Processing of Livestock Products of the Michurinsky State Agrarian University

Vasily Stepanovich Sushkov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Production, Storage and Processing of Livestock Products of the Michurinsky State Agrarian University

Skorkina Irina Alekseevna - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Production, Storage and Processing Technology livestock products of the Michurinsky State Agricultural University

International composition:

Nikolay V. Barulin – Doctor of Sciences, Head of the Department of Ichthyology and Fish Farming Educational Institution "Belarusian State Order of the October Revolution and the Red Banner of Labor Agricultural Academy", Rep. Belarus

Asylbekova Saule Zhangirovna – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Deputy General Director of the Scientific and Production Center of Fisheries, Rep. Kazakhstan

Jaroslav Dyakun – Doctor of Technical Sciences, Professor of Koszalin Polytechnic University, Poland

Ospanov A.A. – Doctor of Technical Sciences, Academician of KazNAU, Professor of KazNAU, head of the Research Center for Technology of Processing Industries, Rep. Kazakhstan

Akulich A.V. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Educational Institution "MGUP", Honored Inventor of the Republic of Belarus, Rep. Belarus

Varadi Laszlo – PhD, President of the Network of Aquaculture Centers of Central and Eastern Europe (NASI), President of the Hungarian Aquaculture Association, Hungary

Kizatova Maigul Zhalelovna – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Pharmaceutical Technology of the Kazakh National Medical University named after S.D. Asfendiyarov, Republic of Kazakhstan

EDITORIAL BOARD COLUMNS

Agricultar production

Belozerov G.A. (chief editor), Grigorieva L.V., Savelyeva N.N., Vasilenko V.N., Prichko T.G., Cheremushkina I.V.

Aquaculture

Vasilyeva L.M., Mukatova M.D., Ivanova E.E.

Production food product

Antipova L.V. (chief editor), Chernukha I.M., Eliseeva L.G., Rodionova N.S., Ponomareva E.I.

Food mechanical engineering

Panfilov V.A. (chief editor), Ostrikov A.N., Shazzo A.Yu., Shakhov S.V., Mokrozub V.G., Fedorenko B.N., Magomedov G.O

Executive Secretary: Sukhareva I.A.

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, information technologies and mass communications (Roskomnadzor): IP Registration Certificate No. FS77-61466 dated April 10, 2015

Subscription index in the combined catalog "PRESS OF RUSSIA" 38920

Address of Association «Technology platform «Technology of food and processing industry agro-industrial complex - healthy food» (Association «TFPI AIC»)
394036, Voronezh, Arsenalnaya St., 3 of. 226,
tel.: 8(961)187-65-88
E-mail: red.platforma@mail.ru
платформа-апк.рф
Editorial address, publisher: Arsenalnaya St., 3 of. 226, 394036 Voronezh, Russia
Printing house address: 394019, Voronezh, Krasnodonskaya str. , 16I, office 7

Rented in a set 01.03.2026.
Signed print 16.04.2026.

Size 70×100 1/8.

Cont. printed sheets 32,5. Circulation 1000 copy. ord. 450

Price – not fixed.

© Association «Technology platform «Technology of food and processing industry agro-industrial complex - healthy food» (Association «TFPI AIC»), 2026

12+

Содержание

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ. БИОТЕХНОЛОГИЯ

Н.А Галочкина, И.М. Глинкина, С.А. Шеламова, Е.В Белокурова
Йогурт со спирулиной: маркетинговый анализ и технологическая реализация для рынка функциональных продуктов 10

З.И. Готовцева
Разработка и апробация новых рецептур рыбных продуктов на основе анализа потребительских предпочтений и питательных свойств рыбного сырья из Якутии 21

О.М. Блинникова, И.М. Новикова, Л.Г. Елисеева
Проектирование рецептуры нектаров с заданными свойствами на основе плодово-ягодного сырья Центрально-Черноземного региона 27

Е.С. Таранова, В.В. Бурматнов, Я.В. Титаева
Оценка биохимического состава муки топинамбура как сырья для производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности 36

И.В. Черемушкина, Ю.И. Слепокурова, О.В. Осенева, И.А. Сухарева
Совершенствование рецептур безалкогольной продукции 43

С.О. Некрасова, Ф.Н. Меретукова, Д. Д. Афанасов,
Исследования и актуализация разработки злаковых батончиков функционального назначения с использованием яблочного пюре 51

Д.А. Гайсина, Р.А. Зайнуллин, И.И. Ханипова, Э.М. Гайсин
Низкобелковый десерт на основе растительного сырья 58

А.Ю. Веселова, Т.М. Воробьева, И.А. Шиянова,
Разработка технологии хлебцев функционального назначения для лиц с избыточной массой тела 66

П.М. Джамбетова, З.И. Бисултанова, Л.А. Титова
Фрагментный анализ сортообразцов винограда на основе 9 str-локусов 75

И.И. Медведкова, С.А. Соколов, А.А. Яшонков
Исследование влияния интенсивности дыхания свежесрезанных культивируемых грибов на их качественное хранение, с учетом особенностей рас и штаммов 80

Г.Ю. Арутюнова, Х.Р. Сиюхов, С.А. Гишева, М.М. Удычак, Б.Б. Сиюхова
Экспериментальный подбор оптимальных технологических параметров экстракции нетрадиционного растительного сырья для разработки рецептур сокосодержащих плодоовощных напитков 89

Д.С. Радько, С.В. Колобов
Сравнительный анализ автолитических изменений в мясе косули и сельскохозяйственных животных 107

Е.С. Таранова, В.В. Бурматнов, Буянтогтох Буянжаргал
Разработка композитной смеси для приготовления безглютенового хлеба 114

М.А. Заикина, А.А. Заикин,
Разработка рецептуры и технологии питательного батончика для быстрого перекуса 122

Ю.С. Савельева, Е.А. Молибога
Сравнительный анализ способов ферментации семян чечевицы для дальнейшей фортификации мясных изделий 128

В.П. Сергун, М.М. Шамова, В.М. Позняковский
Биологически активные вещества фитокомплексов экстракта коры осины и их применение в пищевых оздоровительных системах 137

И.И. Захарова, Т.А. Николаева
Исследование возможности использования безглютеновых продуктов как ингредиентов венских вафель 144

А.Г. Калужских, Н.В. Долгополова, М.Н. Котельникова, Д.А. Ченцова
Влияние использования шафрана на органолептические показатели и процесс хранения пшеничного хлеба 152

В.В. Лизунков, О.С. Восканян, К.В. Власова, М.В. Яковлева
Влияние вида сушки на качество функционального пластового мармелада 160

М.А. Белова, В.С. Фонякина, М.Н. Кутузов, Е.Л. Петров, Д.Д. Вилкова, О. В. Новиченко
Морской коллаген: сырьевая база, технологии получения и перспективы использования в пищевой промышленности 167
О.С. Фоменко, А.Г. Сагингалиева, М.М. Джованетти, А.В. Банникова, Ф.Я. Рудик
Оптимизация режимов тепловой обработки мясокостного сырья при производстве пакетированных бульонов длительного хранения 173
З.А. Одилова, С.Н. Шлыков, Р.С. Омаров
Экспериментальная верификация MLP-предсказаний составов глубоких эвтектических растворителей для извлечения коллагеновых пептидов из костных остатков индейки 184
О.С. Кустова, И.Ф. Назаров, А. С.Нестеренко
Разработка технологии производства сарделек 192
Л.В. Донченко, И.В. Соболь, М.В. Лукьяненко, Е.Н. Чеботарева, Е.Ю. Устюгова, Е.Р. Подплетенная
Сравнительная характеристика нового продукта и существующих на рынке аналогов клетчатки 197

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

А.М. Ухтверов, А.А. Ухтверов
Характеристика морфобиологических признаков свиней разных генотипов 206
Х.Р. Сиюхов , М.М. Удычак, Б.Б. Сиюхова, Н.Х. Навасардян, М.М. Бат
Цифровые технологии в виноградарстве и виноделии, состояние и перспективы 213
А.И. Кузнецов, Ф.С. Мирвалиев, М.Д. Ашуров, М.В. Раимов
Воспроизводительные качества дочерей быков голштинской породы и их связь с молочной продуктивностью 225
Р.Н. Скопин, Э.Г. Нуруллин
Применение резиножгутовой и гидропневматической подвесок на базе гусеничной машины в сельскохозяйственной технике 231
Л.Г. Войтенко, И.В. Новожилов, Ю.С. Гнидина, А.М. Атаев, Б.А. Семенютин
Распространенность бесплодия у коров 240
З.Н. Тарова, Л.В. Бобрович, Н.В. Андреева, А.В. Соловьев, Л.А. Марченко
Особенности роста саженцев яблони на различных подвоях селекции Мичуринского ГАУ 245
О.С. Кустова, И.Ф. Назаров, С. Нестеренко
Влияние биологических препаратов на крупноплодность и массу гнезда поросят 251
И.В. Сергеев
Процессы переваримости азотистых веществ в организме исследуемых животных на фоне введения фитодобавки из левзеи сафлоровидной в рацион коров 256
А.Н. Воронин, В.В. Чибис
Влияние минеральных удобрений на фенологические процессы и качественные показатели яровой пшеницы 262
Л.Г. Войтенко, С.Р. Полина, Ю.С. Гнидина, Т.В. Мелешкова, В.А. Трофимова, А.А. Махмудович
Терапевтическая эффективность комплексного лечения при послеродовом эндометрите коров 267

МАШИНОСТРОЕНИЕ В АПК

Н.Л. Великанов, В.А. Наумов
Рабочие характеристики пищевых насосов серии ОНЦ 272
А.В. Журавлев
Разработка инженерной методики расчета аппарата для сушки полидисперсных материалов во взвешенно-закрученном слое 279

Content

FOOD SYSTEMS. BIOTECHNOLOGY

N.A. Galochkina, I.M. Glinkina, S.A. Shelamova, E.V. Belokurova
Spirulina Yogurt: Marketing Analysis and Technological Implementation for the Functional Food Market 10

Z.I. Gotovtseva
Development and testing of new formulations of fish products based on the analysis of consumer preferences and nutritional properties fish raw materials from Yakutia 21

O.M. Blinnikova, I.M. Novikova, L.G. Eliseeva
Designing the recipe of nectars with specified properties based on fruit and berry raw materials of the Central Black Earth region 27

E.S. Taranova, V.V. Burmatnov, Ya.V. Titaeva
Evaluation of the biochemical composition of jerusalem artichoke flour as a raw material for the production of bakery products with increased nutritional value 36

I.V. Cheremushkina, Y.I. Slepokurova, O.V. Oseneva, I.A. Sukhareva
Improving the formulations of non-alcoholic products 43

S.O. Nekrasova, F.N. Meretukova, D.D. Afanasov
Research and Development of Functional Cereal Bars Using Apple Pure 51

D.A. Gaisina, R.A. Zainullin, I.I. Khanipova, E. M. Gaisin
Low-protein dessert based on vegetable raw materials 58

A.Y. Veselova, T.M. Vorobyova, I.A. Shiyanova
Developing a technology for functional crispbreads for overweight individuals 66

P.M. Dzhambetova, Z.I. Bisultanova, L.A. Titova
Fragment analysis of grape variety samples based on 9 str loci 75

I.I. Medvedkova, S.A. Sokolov, A.A. Yashonkov
Investigation of the effect of respiration intensity of freshly cut cultivated mushrooms on their quality storage, taking into account the characteristics of races and strains 80

G. Y. Arutyunova, K. R. Siyukhov, S. A. Gisheva, M. M. Udychak, B. B. Siyukhova
Experimental selection of optimal technological parameters for the extraction of non-traditional plant raw materials for the development of formulations of juice-containing fruit and vegetable drinks 89

D.S. Radko, S.V. Kolobov
Comparative analysis of autolytic changes in roe deer meat and meat from farm animals 107

E.S. Taranova, V.V. Burmatnov, Buyantogtoh Buyanzhargal
The development of composite mix for a gluten free bread production 114

M.A. Zaikina, A.A. Zaikin
Development of a recipe and technology for a nutritious snack bar 122

Y.S. Savelyeva, E.A. Moliboga
Comparative analysis of lentil seed fermentation methods for further fortification of meat products 128

V.P. Sergun, M.M. Shamova, V.M. Poznyakovsky
Biologically active substances of phytocomplexes of aspen bark extract and their use in food health systems 137

I.I. Zakharova, T.A. Nikolaeva
Study of the possibility of using gluten-free products as ingredients in vienna waffles 144

A.G. Kaluzhskikh, N.V. Dolgopolova, M.N. Kotelnikova, , D.A. Chentsova
The effect of saffron use on the organoleptic properties and storage process of wheat bread 152

V.V. Lizunkov, O.S. Voskanyan, K.V. Vlasova, M.V. Yakovleva
The influence of the type of drying on the technology and qualitative characteristics of functional layered jelly 160

M.A. Belova, V.S. Fonyakina, M.N. Kutuzov, E.L. Petrov, D.D. Vilkova, O. V. Novichenko
Marine collagen: raw material sources, extraction, and food industry applications 167

O.S. Fomenko, A.G. Sagingalieva, M.M. Giovanetti, A.V. Bannikova, F.Ya. Rudik
Optimization of thermal processing modes for bone-in meat raw materials in the production of long shelf-life packaged broths 173
Z.A. Odilova, S.N. Shlykov, R.S. Omarov
Experimental Validation of MLP-Predicted Deep Eutectic Solvent Compositions for the Extraction of Collagen Peptides from Turkey Bone Residues 184
O.S. Kustova, I.F. Nazarov, A.S.Nesterenko,
Development of technology for the production of sausages 192
L.V. Donchenko, I.V. Sobol, M.V. Lukyanenko, E.N. Chebotareva, E.Y. Ustyugova, E.R. Podpletennaya
Comparative characteristics of the new product and existing fiber analogues on the market 197

AGRICULTURAL INDUSTRY

A.M. Ukhtverov, A.A. Ukhtverov
Characteristics of morphobiological traits in pigs of different genotypes 206
K. R. Siyukhov, M. M. Udychak, B. B. Siyukhova, N. K. Navasardyan, M. M. Bat
Digital technologies in viticulture and winemaking, current state and prospects 213
A.I. Kuznetsov, F.S. Mirvaliev, M.D. Ashurov, M.V. Raimov
Reproductive traits of daughters of holstein bulls and their relationship to milk productivity 225
R.N. Skopin, E.G. Nurullin
Application of rubber-cord and hydro-pneumatic suspensions based on tracked vehicle platforms in agricultural machinery 231
L.G. Voytenko, .V. Novozhilov, Yu.S. Gnidina, A.M. Ataev, B.A. Semenyutin
Prevalence of infertility in cows 240
Z.N. Tarova, L.V. Bobrovich, N.B. Andreeva, A.V. Solovev, L.A. Marchenko
Features of the growth of apple seedlings on various rootstocks of the Michurinsky State Agrarian University 245
O.S. Kustova, I.F. Nazarov, A.S. Nesterenko
The effect of biological preparations on the large-fruited and nest weight of piglets 251
I.V. Sergeev
The processes of digestibility of nitrogenous substances in the body of the studied animals on the background of the introduction of a phytodrug from safflower leucea in the diet of cows 256
A.N. Voronin, V.V. Chibis
The influence of mineral fertilizers on the phenological and quality indicators of spring wheat 262
L.G. Voitenko, S.R. Polina, V.A. Trofimova, Y.S. Gnidina, T.V. Meleshkova, A.A. Makhmudovich
Therapeutic effectiveness of complex treatment for postpartum endometritis of cows 267

MECHANICAL ENGINEERING IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

N.L. Velikanov, V.A. Naumov
Performance characteristics of ONC series food pumps 272
Director A.V. Zhuravlev
Development of an engineering calculation method for a vortex dryer for polydisperse materials (on the example of stillage cake) 279

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ. БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК: 664.38:615.246 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-10-20

Йогурт со спирулиной: маркетинговый анализ и технологическая реализация для рынка функциональных продуктов

Spirulina Yogurt: Marketing Analysis and Technological Implementation for the Functional Food Market

Доцент Н.А Галочкина. (ORCID 0000-0002-0576-470X), доцент И.М. Глинкина (ORCID 0000-0001-7877-6894), профессор С.А. Шеламова (ORCID 0000-0003-0028-7833), доцент Е.В Белокурова. (ORCID 0000-0002-1955-8376), аспирант Афоничева Д.Д. (ORCID 0009-0008-7392-0998),
Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, кафедра товароведения и экспертизы товаров, тел.8(473)253-87-97 (1168), galochkina.na@mail.ru

Associate Professor N.A. Galochkina, Associate Professor. I.M. Glinkina, Professor S.A. Shelamova, Associate Professor E.V. Belokurova, graduate student D.D. Afonicheva,
Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Department of Merchandizing Technique and Commodity Expertise, tel. 8 (473) 253-87-97 (1168), galochkina.na@mail.ru

Аннотация. Разработка продуктов питания сталкивается со всё более сложными задачами, поскольку потребители ищут варианты, сочетающие в себе пользу для здоровья, отличный вкус и привлекательный внешний вид. Йогурт пользуется большой популярностью как молочный продукт благодаря своей питательной ценности, нежному сливочному вкусу и положительному влиянию на здоровье. В ответ на эти предпочтения предлагается расширить ассортимент кисломолочных напитков. Одним из перспективных направлений в создании функциональных продуктов является использование спирулины в технологии молочных продуктов. Проведено маркетинговое исследование потребительских предпочтений в области кисломолочных напитков нехарактерного цвета со спирулиной и опрос желательности потребления нового вида йогурта. Исследование выявило устойчивую приверженность здоровому питанию среди участников опроса - 44% респондентов сознательно придерживаются принципов сбалансированного рациона. В структуре потребления молочных продуктов лидирующие позиции занимает йогурт, который регулярно включают в свой рацион 60% потребителей. Исходя из полученных данных, разработана технология йогурта со спирулиной и яблочным наполнителем. Процесс производства йогурта осуществляется резервуарным способом. После этапа сквашивания вносится спирулина, равномерно распределённая в яблочном наполнителе. Предложена рецептура и выработаны контрольная и опытная партия йогуртов. По результатам органолептической оценки выбрали дозировку 0,5 % спирулины и 8 % яблочного наполнителя. Такое соотношение позволило скрыть специфический вкус и запах морских водорослей. Кроме того, яблочный наполнитель выполняет роль структурообразователя, повышает влагоудерживающую способность продукта на 43 %, что связано с наличием пектиновых веществ. Полученный продукт имеет функциональные свойства – при употреблении 200 г йогурта по β-каротину удовлетворяется суточная потребность на 33%. Предложенная дозировка обеспечивает порцию йогурта фикоцианином в количестве 128 мг. Фикоцианин — это мощный антиоксидант и противовоспалительный пигмент. Хотя официальные российские нормы не включают фикоцианин в перечень эссенциальных нутриентов, его дозировки для профилактического применения в различных научных исследованиях и рекомендациях производителей БАД.

Abstract. Food product development is facing increasingly complex challenges as consumers seek

© Н.А Галочкина, И.М. Глинкина, С.А. Шеламова, Е.В Белокурова, 2026

options that combine health benefits, excellent taste, and appealing presentation.

Yogurt is a popular dairy product due to its nutritional value, delicate creamy flavor, and positive health effects. In response to these preferences, it is proposed to expand the range of fermented milk drinks. One promising area for creating functional products is the use of spirulina in dairy technology. A marketing study was conducted to examine consumer preferences for fermented milk drinks with spirulina and a survey to assess the desirability of consuming a new type of yogurt. The study revealed a strong commitment to healthy eating among survey participants: 44% of respondents consciously adhere to the principles of a balanced diet. Yogurt occupies a leading position in dairy product consumption, regularly included in the diet of 60% of consumers. Based on these data, a technology for producing yogurt with spirulina and apple filling was developed. The yogurt is produced using a tank method. After the fermentation stage, spirulina is added, evenly distributed throughout the apple filling. A recipe was proposed, and a control and pilot batch of yogurts were produced. Based on the results of an organoleptic evaluation, a dosage of 0.5% spirulina and 8% apple filling was selected. This ratio masked the distinctive taste and aroma of seaweed. Furthermore, the apple filling acts as a structure-forming agent, increasing the product's water-holding capacity by 43% due to the presence of pectin. The resulting product has functional properties: consuming 200 g of yogurt satisfies 33% of the daily requirement for β-carotene. The proposed dosage provides 128 mg of phycocyanin per serving of yogurt. Phycocyanin is a powerful antioxidant and anti-inflammatory pigment. Although official Russian regulations do not include phycocyanin in the list of essential nutrients, its dosages for prophylactic use are included in various scientific studies and recommendations from dietary supplement manufacturers.

Ключевые слова: йогурт, спирулина, бета-каротин, фикоцианин

Keywords: yogurt, spirulina, beta-carotene, phycocyanin

Обеспечение продовольствием постоянно растущего населения планеты при сохранении сбалансированности рациона по питательным веществам сопряжено со значительными трудностями. Современная молочная промышленность переживает этап активной трансформации, обусловленный внедрением цифровых технологий, ужесточением экологических стандартов и изменением потребительских предпочтений. Важным направлением в реализации государственной политики в области здорового питания является поддержание здоровья и работоспособности населения. Расширение производства и повышение эффективности использование молочных продуктов, обладающих лечебно-профилактическими и защитными свойствами, является одним из важных направлений в решении этих задач. Преимуществом кисломолочных напитков является содержание в них молочнокислых бактерий [1, 2]. Одним из ключевых трендов является развитие сегмента кисломолочных продуктов, в частности йогуртов, с улучшенными характеристиками: низким содержанием сахара, повышенным количеством белка, добавлением пробиотиков и натуральных красителей. Производители заменяют синтетические красители натуральными, чтобы удовлетворить растущий спрос на потребительском рынке, где приоритет отдаётся более здоровым и натуральным продуктам. У натуральных красителей есть несколько ограничений для промышленного применения в пищевой промышленности, такие как нестабильность, низкий потенциал для получения необходимого цвета, взаимодействие с ингредиентами продукта и невозможность добиться желаемых оттенков, особенно синих и зелёных. Несмотря на это, в пищевой промышленности используется широкий спектр натуральных красителей, среди которых преобладают каротиноиды, антоцианы, фикобилипротеины, беталаины и хлорофилл.

Потребители предпочитают натуральные, более здоровые и безопасные продукты, демонстрируя положительное отношение к натуральным красителям. В связи с растущим спросом, производители активно заменяют синтетические добавки природными аналогами, такими как спирулина, куркумин, бета-каротин и другие.

Одним из перспективных направлений в создании функциональных продуктов является использование цианобактерий рода Arthrospira, более известных как спирулина. Этот продукт широко применяется в пищевой и фармацевтической

промышленности благодаря своим уникальным свойствам. Биологически активные добавки на основе спирулины пользуются высоким спросом, а ее включение в молочные продукты открывает новые возможности для создания функциональных продуктов [3, 4].

Спирулина является одним из наиболее богатых источников белка (60–70% от сухой массы), содержащим все незаменимые аминокислоты, что делает её ценным компонентом для обогащения пищевых продуктов. Кроме того, она содержит значительное количество необходимых пищевых компонентов – витаминов группы В (особенно В12), β-каротина, железа, кальция, магния; полиненасыщенных жирных кислот, таких как γ-линоленовая кислота. Такой состав делает её перспективным ингредиентом для функционального питания. Согласно исследованиям, она обладает антиоксидантными, противовоспалительными, иммуномодулирующими и гиполипидемическими свойствами. Антиоксидантная активность обусловлена наличием фикоцианина, хлорофилла и витаминов группы В, С, D, Е, К и др. которые нейтрализуют свободные радикалы и снижают окислительный стресс. Противовоспалительное действие связано с модуляцией цитокинов и подавлением воспалительных процессов, что может быть полезно для профилактики хронических заболеваний. Гиполипидемический эффект проявляется в снижении уровня холестерола и триглицеридов в крови, что подтверждается исследованиями на животных и людях. Эти свойства позволяют рассматривать спирулину не только как пищевую добавку, но и как компонент функциональных продуктов, направленных на профилактику и коррекцию метаболических нарушений [5,6]. Однако существуют и ограничения, такие как специфический вкус и запах водорослей, которые могут влиять на потребительские свойства продуктов. В связи с этим целью настоящей работы было создание кисломолочного продукта – йогурта – с добавлением в рецептуру спирулины с удовлетворительными органолептическими характеристиками. Для решения этой проблемы было принято решение использовать яблочное повидло как дополнительный рецептурный компонент.

Обсуждая вопрос совершенствования состава обогащенного йогурта, целесообразно изучить отношение потребителей к обогащенным изделиям и к кисломолочной продукции в целом. Проводили маркетинговые исследования среди жителей Воронежа и Воронежской области. Для сбора данных была разработана анкета, включающая ключевые вопросы, представляющие интерес для изучения. Участники исследования, являющиеся потенциальными потребителями продукта, самостоятельно заполняли анкету. В опросе приняли участие 207 человек. В задачи проведенного исследования входило определение:

- интерес потребителя к здоровому питанию;
- предпочтение к видам кисломолочной продукции;
- частота употребления йогуртов;
- отношение потребителя к йогурту с нетрадиционным цветом;
- допустимая цена за упаковку йогурта.

Процесс производства йогурта осуществляется классическим резервуарным способом. В качестве сырья использовали молоко коровье нормализованное (3,2), молоко обезжиренное (0,05%), молоко сухое (20 %), закваска Углич-СТБВ термофольная прямого внесения (Lactobacillus bulgaricus, St. thermophius); спирулина-порошок в виде сухой биомассы с размером частиц < 180 мкм, производителя «Sunmax», Китай (белки 63 г, жиры 3 г, углеводы 21 г); повидло яблочное «Магнит», ТУ 10.39.22-023-47532879-2020;

Титруемую кислотность опытных образцов йогурта определяли по ГОСТ Р 54669-2011. Метод основан на нейтрализации кислот раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина. Влагоудерживающую способность опытных образцов йогурта определяли по методике ВНИМИ путем взвешивания

сыворотки образца, отделенной от основной массы центрифугированием. Дегустационную оценку проводили по ГОСТ ISO 6658-2016. Белок определяли методом Къельдаля по ГОСТ 34454-2018.

Результаты и обсуждение.

Отношение опрошенных потребителей к видам кисломолочных продуктов показало, что 72% предпочитают йогурт, 20% кефир, 4% простоквашу и ряженку. Частота приобретения кисломолочных напитков на рис.1.

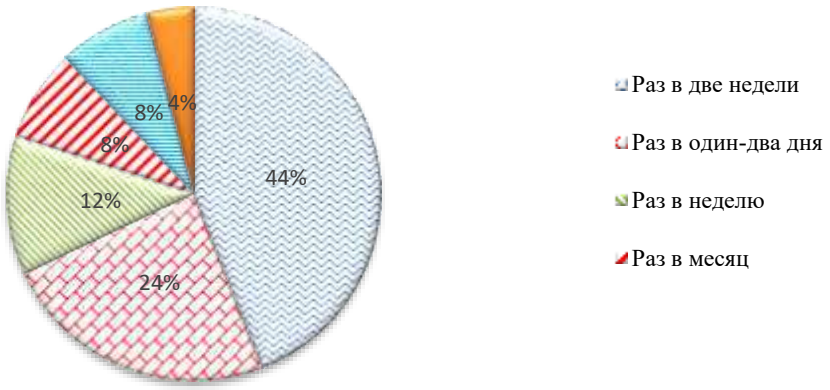


Рис. 1. Периодичность покупки кисломолочных напитков.

В структуре потребления молочных продуктов лидирующие позиции занимает йогурт, который регулярно включают в свой рацион 60% потребителей. Диапазон частоты потребления варьируется от ежедневного употребления (6% участников) до периодического (1 раз в 2 недели у 40% опрошенных).

Исследование выявило среди участников опроса - 44% респондентов сознательно придерживаются принципов сбалансированного рациона. Ценовой анализ показал концентрацию покупательского спроса в диапазоне 50-99 рублей за стандартную 250-граммовую упаковку (рисунок 2). Особенно показательно, что 48% потребителей готовы платить 75-99 рублей, тогда как ценовой сегмент 100-124 рубля приемлем лишь для 6% покупателей. В отношении вкусовых предпочтений явное преимущество имеют фруктовые йогурты (70% выборов), в то время как обогащенные варианты пока занимают скромную долю рынка (13%).

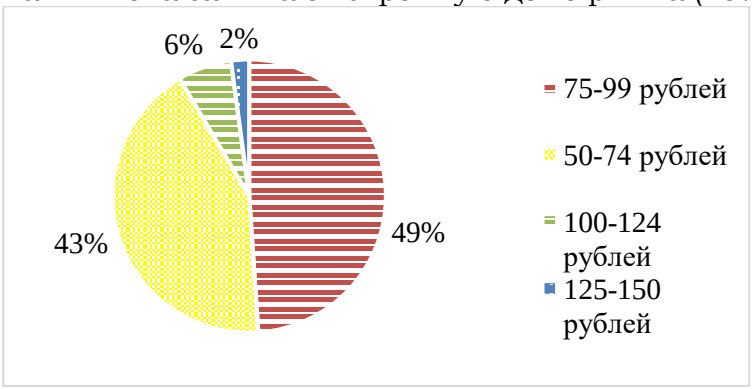


Рис. 2. Отношение потребителей к стоимости йогурта

Поскольку целью настоящей работы явилось разработка функционального йогурта, а также определение дозировок спирулины и яблочного наполнителя, мы уделили особое внимание изучению его восприятия и потенциальной востребованности среди потребителей. Йогурт зеленого цвета у 51% респондентов не вызвал особых эмоций 51% потребителей готовы приобрести функциональный йогурт со спирулиной, тогда как 25% проявили настороженность (рис.3).

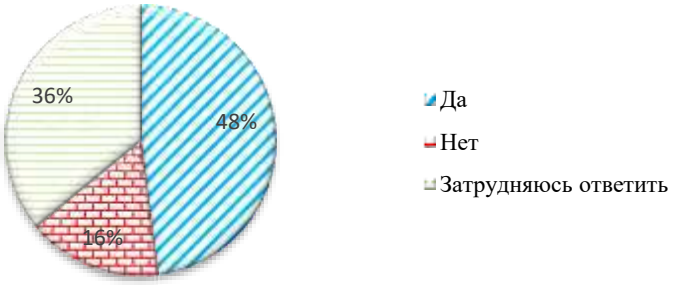


Рис. 3. Потребительский спрос на обогащенный йогурт функционального назначения со спирулиной

Для определения рецептуры было рассмотрено 4 образца йогурта с различными дозировками спирулины и яблочного наполнителя, которые были направлены на дегустационную оценку. Органолептическая характеристика образцов, представлена в таблице 1. Распределение оценок представлено на рисунке 4.

Таблица 1

Анализ полученных проб

Образец	Количество спирулины и яблочного наполнителя, %		Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет
Контроль			Однородная, с нарушенным сгустком, в меру вязкая.	Чистый, кисломолочный без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый
1	0,3	6	Однородная, с нарушенным сгустком, в меру вязкая. Имеются незначительные включения частиц спирулины	Вкус и запах кисломолочный, ощутим легкий вкус и запах яблочного наполнителя, ощущается наличие слабого послевкусия спирулины	Молочно-зеленоватый, с вкраплениями частиц спирулины
2	0,4	7	Однородная, с нарушенным сгустком, в меру вязкая. Имеются мелкие включения частиц спирулины	Вкус и запах кисломолочный, со вкусом яблочного наполнителя ощущается наличие незначительного послевкусия спирулины	Молочно-зеленоватый, с вкраплениями частиц спирулины
3	0,5	8	Однородная, с нарушенным сгустком, в меру вязкая. Имеются мелкие включения частиц спирулины	Вкус и запах кисломолочный, с незначительным запахом спирулины и вкусом яблочного наполнителя	Молочно-зеленоватый, с вкраплениями частиц спирулины
4	0,6	9	Однородная, с нарушенным сгустком, вязкая. Имеются мелкие и крупные включения частиц спирулины	Вкус и запах кисломолочный, с интенсивным запахом и вкусом спирулины и яблочного наполнителя	Зеленоватый, с вкраплениями частиц спирулины

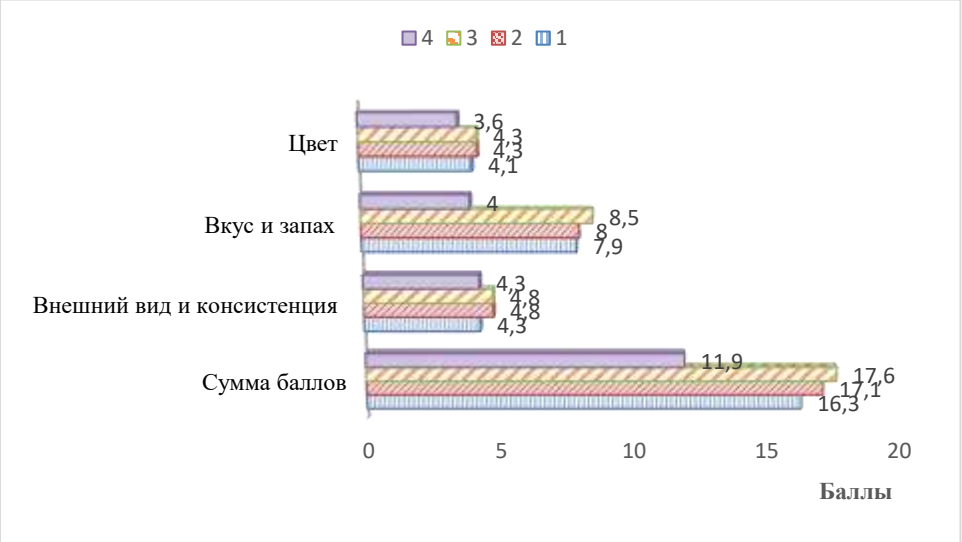


Рис. 4. Бальная оценка опытных образцов, где 1,2,3,4 – номер образца в соответствии с табл.1

Анализ таблицы 1 показал, что оптимальным является дозировки спирулины и яблочного наполнителя 0.5 % и 8 % соответственно. Образец №3 набрал наивысший суммарный балл по результатам органолептической оценки. Довели дозировку спирулины до 0,5 % за счет увеличения дозировки яблочного наполнителя.

На основе рецептуры йогурта Союзснаб [8], предложена рецептура йогурта, с внесением спирулины и яблочного наполнителя (табл. 2).

Таблица 2

Рецептура йогурта со спирулиной и яблочным наполнителем

Ингредиенты	Количество, кг на 1 т продукта
Молоко (м.д.ж. 3,2 %)	672,89
Молоко обезжиренного	214,1
Молоко сухое	8
Закваска Углич-СТББ	0,01
Яблочный наполнитель	80
Порошок спирулины	5
Итого	1000

Выработанные образцы йогурта полностью удовлетворяет ГОСТ 31981-2013 Йогурты. Общие технические условия. В представленной таблице 3 приведены числовые значения физико-химических показателей.

Таблица 3

Физико-химические показатели обогащенного йогурта

Наименование показателя	Норма	Контроль	Опыт
Массовая доля жира, %	0,5-10	3,1	3,2
Массовая доля белка, %, не менее:			
- для йогурта без компонентов	3,2	3,3	-
- для йогуртов с компонентами, не менее	2,8	-	3,1
Кислотность, °Т	75-140	95	97

Исследована кислотность образцов йогуртов в процессе хранения (рисунок 6).

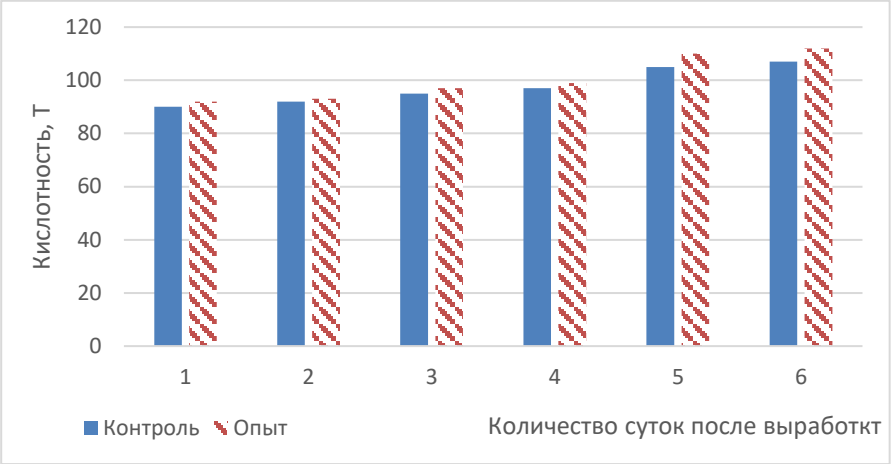


Рис. 6. Титруема кислотность контрольного и опытного образцов йогурта, °Т

Влияние спирулины на молочнокислые бактерии неоднозначно и зависит от дозировки. Обзор исследований показывают, что добавление спирулины в количестве 0,5-2% от массы продукта способствует улучшению пищевой ценности. Кроме того спирулина может оказывать стимулирующее действие на активацию молочнокислых бактерий. Кроме того полисахариды спирулины могут проявлять пребиотические свойства. Известно, что они стимулируют рост полезных молочнокислых культур, таких как Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium spp. и Streptococcus thermophilus [6]. Только при концентрациях свыше 3% наблюдается обратный эффект за счет щелочных компонентов водорослей (pH 9,0–11,0), которые, возможно, могут замедлять кислотообразование и угнетать развитие некоторых штаммов, например, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus. Это связано с тем, что оптимальная среда для развития молочнокислых бактерий требует более кислых значений pH (4,2-4,6). Нами исследовано влияние внесения растительных компонентов на влагоудерживающую способность йогуртов (рисунок 7).

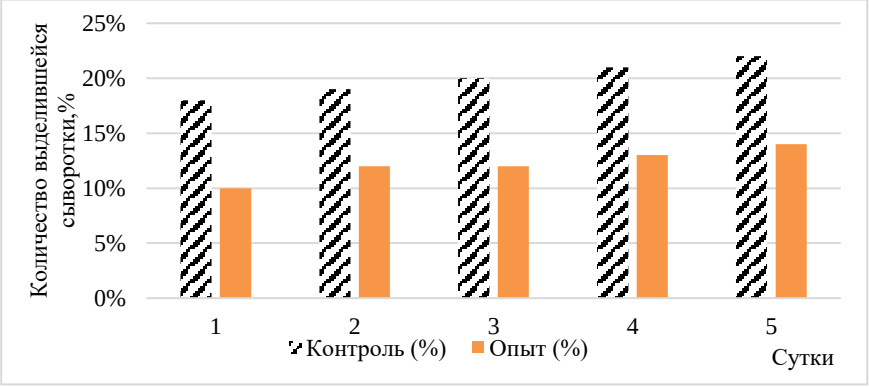


Рис. 7. Влагоудерживающая способность йогурта

Из полученных данных видно, что спирулина и яблочный наполнитель положительно влияют на влагоудерживающую способность йогуртов, благодаря яблочному пектину, а также полисахаридам спирулины. С целью анализа функциональных свойств продукта был проведен расчет оценки вносимых компонентов со спирулиной на суточную потребность организма человека при употреблении 200 г йогурта. Пищевая ценность обогащенного йогурта была

установлена с использованием комбинированного экспериментально-расчетного метода и отражена в таблице 4. Для расчетов использовали Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [9].

Таблица 4

Степень удовлетворения среднесуточной физиологической потребности при употреблении 200 г йогурта

Наименование компонента	В 1 порции	Суточная норма	Степень удовлетворения, %
Жирные кислоты ненасыщенные, г	0,22	56	0,8
Жирные кислоты насыщенные, г	0,11	22	1
Фитопигменты:			
бета-каротин, мг	1,65	5	33
каротиноиды, мг	4,51	-	-
хлорофилл, мг	11,79	-	-
хлорофилл-а, мг	8,65	-	-
фикоцианин, мг	128	-	-
Белок, г	0,6	114	0,52
Жиры, г	0,082	154	0,05
Углеводы, г	0,151	435	0,03
Пищевые волокна, г	0,07	25	0,28

Анализ показал, что содержание бета-каротина обеспечивает суточную потребность на 33 % при употреблении 200 г йогурта, то есть соответствует параметрам функциональности продукта.

Внесение 0,5 % спирулины обеспечивает продукт фикоционином в количестве 128 мг. На текущий момент это вещество не включено в официальные российские нормативные документы по физиологическим потребностям в питательных веществах, включая МР 2.3.1.0253-21, ТР ТС 029/2012. Фикоцианин – это мощный антиоксидант и противовоспалительный пигмент, содержащийся в сине-зелёных водорослях. Хотя официальные российские нормы не включают фикоцианин в перечень эссенциальных нутриентов, его дозировки для профилактического применения можно найти в научных исследованиях и рекомендациях производителей БАД. На основе клинических исследований и международного опыта в разных источниках диапазон рекомендуемой дозировки от 100 до 1500 мг/сутки. ВОЗ/EFSA пока не указывает официальных норм, но фикоцианин признан безопасным (GRAS статус в США). Фикоцианин нетоксичен, но приём >2000 мг/сутки может вызывать дискомфорт в ЖКТ. Часто рекомендуют 3–5 г спирулины в сутки (что содержит 150–750 мг фикоцианина) [5, 9, 10]. Таким образом нами предлагается технология приготовления йогурта со спирулиной и яблочным наполнителем резервуарным способом из этапов, представленных на рисунке 5.

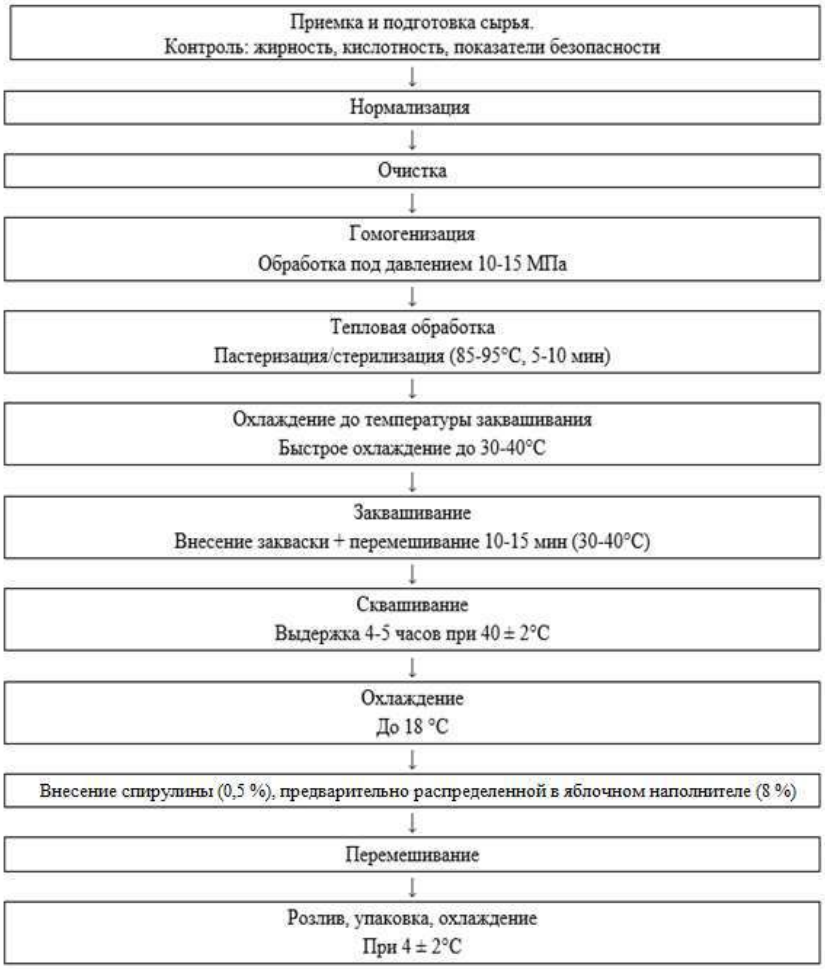


Рис. 5. Технологическая схема производства йогурта со спирулиной и яблочным наполнителем

Далее молочную смесь подвергают гомогенизации и направляли на тепловую обработку. После охлаждают до температуры заквашивания (Т=(40±2)°С), вносят закваску и оставляют на сквашивание в течение 4-5 ч при температуре (40±2) °С до формирования сгустка и кислотности 80 °Т. После этапа сквашивания в охлажденный сгусток вносится спирулина, которая при температуре 20 0С, и выдыдержки 20-40 минут равномерно распределяется в яблочном наполнителе для набухания. Перемешивание осуществляли 10-15 мин, далее продукт охлаждали и направляли на розлив. Установлены рациональные дозировки спирулины и яблочного повидла в рецептуре в рецептуру йогурта оптимальным является внесение и 0,5% спирулины, предварительно распределенной в яблочном наполнителе (8%) для набухания. Такие количества выполняют пребиотические свойства. Кроме того спирулина положительно влияет на молочнокислые бактерии. Это соотношение не снижает органолептические показатели кисломолочного продукта, связанные со специфическим вкусом спирулины. А также придает функциональные свойства йогурту по β-каротину (удовлетворяет суточную потребность на 33% при употреблении 200 г продукта).

Таким образом, спирулина представляет собой перспективный функциональный ингредиент для кисломолочной продукции, однако её применение требует тщательного подбора дозировок и технологических параметров. Яблочный наполнитель улучшает вкусовые свойства. Повышается влагоудерживающая

способность продукта на 43 % за счет полисахаридов спирулины и яблочного пектина. Таким образом, разработан инновационный молочный продукт, сочетающий в себе питательные свойства йогурта и пользу для здоровья за счет спирулины, придающей параметры функциональности по бета-каротину. Спирулина также богата минералами, витаминами и биоактивными антиоксидантами, такими как каротиноиды и фикоцианин, что делает разработанный йогурт востребованным среди различных категорий потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галочкина Н.А., Глотова И.А., Толкачева А.А. Термофильный стрептококк: технологическая функциональность в пищевых системах, полезные для здоровья продукты метаболизма, видовая идентификация // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2024. -№ 1. -С. 44-50.

2. Галочкина Н.А., Глотова И.А., Глинкина И.М. Оценка качества йогуртов без пищевкусовых компонентов, реализуемых в городе Воронеже // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: Материалы VIII международной научно-практической конференции. – Воронеж: ВГАУ, 2022. – С. 247-254.

3. M. E. Marques Soutelino, G. de Paiva Vieira, M. Barbatho Goulart, K. Costa Miranda, R.Pina da Conceição, T. Colombo Pimentel, A. Gomes da Cruz , R. da Silva Rocha Natural food dyes on dairy products: A critical approach between 2012-2023 literature regarding the technological and functional aspects, health benefits and future trends, Trends in Food Science & Technology, No 146, 2024, 104370

4. Nasser S. Flefil, Hanem Awad, Ahmed M. Abd El-Sabour, Asmaa Negm El-Dein Addressing global food challenges with microalgae: Green yogurt enriched with Spirulina platensis as a sustainable probiotic dairy product for improved health and nutrition // Food and Humanity, No 5, 2025, 100761.

5. Gitte S Jensen , Cassandra Drapeau, Miki Lenninger, Kathleen F Benson Clinical Safety of a High Dose of Phycocyanin-Enriched Aqueous Extract from Arthrospira (Spirulina) platensis: Results from a Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study with a Focus on Anticoagulant Activity and Platelet Activation, Journal of Medicinal Food, 2016, No19(7), pp. 645–653. doi: 10.1089/jmf.2015.0143.

6. Iman Rahnama, Seyyed Mostafa Arabi, Mahla Chambari, Leila Sadat Bahrami, Vahid Hadi, Sayid Mahdi Mirghazanfari, Manfredi Rizzo, Saeid Hadi, Amirhossein Sahebkar The effect of Spirulina supplementation on lipid profile: GRADE-assessed systematic review and dose-response meta-analysis of data from randomized controlled trials, Pharmacological Research, 2023, No 193, 106802

7. ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов Стандартинформ, 2021. – 18с. – URL: [https://internet-law.ru/gosts/gost/56571?ysclid=mc2bhs49j1205657655] (дата обращения: 1.06.2025). – Текст: электронный.

8. Сборники рецептур для предприятий общественного питания и пищевой промышленности. – [сайт]. URL: [https://ssnab.ru/technolog-online/sborniki_retseptur/] (дата обращения: 13.06.2025). – Текст: электронный.

9. Роспотребнадзор. Гигиенические нормативы и требования к безопасности пищевой продукции. – [сайт]. URL: [https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979] (дата обращения: 13.06.2025). – Текст: электронный.

10. Зобкова З.С., Фурсова Т.П., Зенина Д.В. Кисломолочные продукты как составляющая функционального питания.- Молочная промышленность. – 2019. - №2, С. 44-46

REFERENCES

1. Galochkina N.A., Glotova I.A., Tolkacheva A.A. Termofil'nyj streptokokk: tehnologicheskaja funkcional'nost' v pishhevyh sistemah, poleznye dlja zdorov'ja produkty metabolizma, vidovaja identifikacija, Tehnologii pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitanija. [Thermophilic Streptococcus: Technological Functionality in Food Systems, Health-Promoting Metabolic Products, and Species Identification], 2024,No 1, pp. 44-50. (Russian)

2. Galochkina N.A., Glotova I.A., Glinkina I.M. Evaluation of the quality of yoghurts without food-flavored components sold in the city of Voronezh // Production and processing of agricultural products: Materials of the VIII International Scientific and practical Conference. – Voronezh: VGAU, 2022. – pp. 247-254. (Russian).

3. M. E. Marques Soutelino, G. de Paiva Vieira, M. Barbatho Goulart, K. Costa Miranda, R.Pina da Conceição, T. Colombo Pimentel, A. Gomes da Cruz , R. da Silva Rocha Natural food dyes on dairy products: A critical approach between 2012-2023 literature regarding the technological and functional aspects, health benefits and future trends, Trends in Food Science & Technology, No 146, 2024, 104370

4. Nasser S. Flefil, Hanem Awad, Ahmed M. Abd El-Sabour, Asmaa Negm El-Dein Addressing global food challenges with microalgae: Green yogurt enriched with Spirulina platensis as a sustainable probiotic dairy product for improved health and nutrition // Food and Humanity, No 5, 2025, 100761.

5. Gitte S Jensen , Cassandra Drapeau, Miki Lenninger, Kathleen F Benson Clinical Safety of a High Dose of Phycocyanin-Enriched Aqueous Extract from Arthrospira (Spirulina) platensis: Results from a Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study with a Focus on Anticoagulant Activity and Platelet Activation, Journal of Medicinal Food, 2016, No19(7), pp. 645–653. doi: 10.1089/jmf.2015.0143.

6. Iman Rahnama, Seyyed Mostafa Arabi, Mahla Chambari, Leila Sadat Bahrami, Vahid Hadi, Sayid Mahdi Mirghazanfari, Manfredi Rizzo, Saeid Hadi, Amirhossein Sahebkar The effect of Spirulina supplementation on lipid profile: GRADE-assessed systematic review and dose-response meta-analysis of data from randomized controlled trials, Pharmacological Research, 2023, No 193, 106802

7. GOST 10444.15-94 Food products. Methods for determining the number of mesophilic aerobic and facultative-anaerobic microorganisms. Standartinform, 2021. – 18 p. – URL: [https://internet-law.ru/gosts/gost/56571?ysclid=mc2bhs49j1205657655] (Russian).

8. Sborniki receptur dlja predprijatij obshhestvennogo pitanija i pishhevoj promyshlennosti.[Collections of recipes for catering and food industry enterprises] [sajt]. URL: [https://ssnab.ru/technolog-online/sborniki_retseptur/] (data obrashhenija: 13.06.2025). – Tekst: jelektronnyj. (Russian)

9. Rospotrebnadzor. Gigienicheskie normativy i trebovanija k bezopasnosti pishhevoj produkcii[Rospotrebnadzor. Hygienic standards and requirements for food safety]. [sajt]. URL: [https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979]. (Russian)

10. Zobkova Z.S., Fursova T.P., Zenina D.V. Kislomolochnye produkty kak sostavljajushhaja funkcional'nogo pitanija[Fermented milk products as a component of functional nutrition], Molochnaja promyshlennost', 2019, No 2, pp. 44-46 (Russian)

УДК 664.95.037 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-21-26

Разработка и апробация новых рецептур рыбных продуктов на основе анализа потребительских предпочтений и питательных свойств рыбного сырья из Якутии

Development and testing of new formulations of fish products based on the analysis of consumer preferences and nutritional properties fish raw materials from Yakutia

Аспирант З.И. Готовцева,
ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», г. Якутск, Россия

Graduate student Z.I. Gotovtseva,
Arctic State University of Agrotechnology,
Yakutsk, Russia

Аннотация. Высокая распространенность алиментарно-зависимых заболеваний в Арктических регионах связана с дефицитом полноценных белков, витаминов и микроэлементов в рационе. Целью исследования являлась разработка и апробация новых рецептур рыбных полуфабрикатов для общественного питания на основе местного сырья Якутии с учетом выявленных потребительских предпочтений. Методология включала социологический опрос молодежи (n=760) для анализа пищевых привычек, определение пищевой ценности сырья (муксун, чир) и экспериментальную отработку рецептур котлет, фрикаделек и рулетов по ГОСТ 32691-2014 с внесением 2% порошка шиповника. Лабораторный контроль осуществлялся стандартными методами (ГОСТы 8756.1-79, 26183-84, Р 51478-99). Результаты опроса показали критически низкий уровень потребления рыбных продуктов (часто употребляют лишь 1,2% респондентов) и предпочтение к комбинациям с ягодами (33,3%) и травами (22,6%). Химический анализ подтвердил высокую биологическую ценность сырья: содержание белка 16-22%, полиненасыщенных жирных кислот омега-3 – до 14%, микроэлементов (селен, йод) – до 117% от суточной нормы. В разработанных образцах массовая доля белка составила 15,06–18,0%, жира – 4,4–9,8%. Внесение порошка шиповника обеспечило повышение содержания витамина В2 на 10-15% по сравнению с контрольными образцами. Органолептическая оценка показала высокие потребительские характеристики (4,8±0,2 балла по 5-балльной шкале). Научная новизна заключается в обосновании рецептурного состава, сочетающего местное рыбное сырье и дикоросы (шиповник) для коррекции нутриентного дефицита. Практическая значимость состоит в создании технологий для импортозамещения и улучшения структуры питания организованных коллективов в Арктической зоне РФ.

Annotation. The high prevalence of alimentary-dependent diseases in the Arctic regions is associated with a deficiency of high-grade proteins, vitamins and trace elements in the diet. The purpose of the study was to develop and test new formulations of semi-finished fish products for public catering based on local raw materials of Yakutia, taking into account the identified consumer preferences. The methodology included a sociological survey of young people (n=760) to analyze eating habits, determine the nutritional value of raw materials (muksun, chir), and experimentally refine recipes for cutlets, meatballs, and rolls according to GOST 32691-2014 with the addition of 2% rosehip powder. Laboratory control was carried out using standard methods (GOST standards 8756.1-79, 26183-84, R 51478-99). The survey results showed a critically low level of consumption of fish products (often consumed by only 1.2% of respondents) and a preference for combinations with berries (33.3%) and herbs (22.6%). Chemical analysis confirmed the high biological value of the raw materials: protein content of 16-22%, omega-3 polyunsaturated fatty acids – up to 14%, trace elements (selenium, iodine) – up to 117% of the daily value. In the developed samples, the mass fraction of protein was 15.06–18.0%, fat – 4.4–9.8%. The addition of rosehip powder provided an increase in vitamin B2 content by 10-15% compared with control samples. The organoleptic assessment showed high consumer characteristics (4.8±0.2 points on a 5-point scale). The scientific novelty lies in the substantiation

© З.И. Готовцева, 2026

of a deficiency. formulation that combines local fish raw materials and wild plants (rosehip) to correct nutrient
The practical significance lies in the creation of technologies for import substitution and improvement of the nutrition structure of organized groups in the Arctic zone of the Russian Federation.

Ключевые слова: рыбные полуфабрикаты, пищевая ценность, местное сырье, потребительские предпочтения, Якутия, Арктический регион, обогащение продуктов, шиповник, технологии общественного питания.

Keywords: fish semi-finished products, nutritional value, local raw materials, consumer preferences, Yakutia, Arctic region, fortification of products, rosehip, catering technologies.

Современная продовольственная политика России акцентирует внимание на развитии региональных пищевых систем, основанных на устойчивом использовании местных ресурсов [1]. Для Арктических регионов, к которым относится Республика Саха (Якутия), эта задача имеет особую актуальность в связи с экстремальными климатическими условиями, логистическими ограничениями и высокой зависимостью от ввозимых пищевых продуктов. Дефицит полноценных животных белков, длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот омега-3, витаминов и микроэлементов является одним из ключевых факторов риска развития алиментарно-зависимых заболеваний среди населения [2].

При этом регион обладает значительными биоресурсами, в частности, запасами ценных пресноводных рыб (омуль, муксун, чир, ряпушка), мясо которых отличается уникальным химическим составом, адаптированным к северным условиям [3]. Однако, как показывают исследования, существующий ассортимент рыбных продуктов, особенно полуфабрикатов и изделий для общественного питания, не удовлетворяет современным требованиям по удобству, доступности и обогащенному составу [4]. Имеется явный разрыв между высоким потенциалом сырья и низким уровнем его технологической переработки.

Целью настоящего исследования являлась разработка и комплексная апробация новых рецептур рыбных полуфабрикатов для систем общественного питания на основе местного сырья Якутии с учетом данных анализа потребительских предпочтений и пищевой ценности исходного сырья. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1) провести социологический опрос для оценки потребительских привычек и предпочтений в отношении рыбных продуктов; 2) проанализировать питательный профиль местных видов рыб; 3) разработать и отработать по стандартной методике рецептуры трех видов полуфабрикатов с добавлением обогащающего ингредиента; 4) оценить качество и безопасность готовых изделий стандартными лабораторными методами.

Материалы. В качестве основного сырья использовалось охлажденное филе рыб местных пород: чир (Coregonus nasus) и муксун (Coregonus muksun), выловленных в водоемах Центральной Якутии. Рыба соответствовала требованиям ГОСТ 814-96. Для обогащения рецептур применялся порошок из сушеных плодов шиповника (Rosa acicularis), заготовленного в Якутии, с размером частиц 0,5-1,0 мм. Вспомогательное сырье: хлеб пшеничный, молоко, яйца куриные, лук репчатый, сухари панировочные, соль, перец черный – соответствовало ГОСТам и ТУ.

Социологический метод. Для анализа потребительских предпочтений был проведен анкетный опрос молодежи в возрасте 17-25 лет, обучающейся в учреждениях СПО и вузах г. Якутска. Объем репрезентативной выборки составил 760 человек. Анкета включала вопросы о частоте потребления рыбных продуктов, предпочтительных видах кулинарной обработки и отношении к добавлению различных ингредиентов (ягоды, травы, овощи, грибы). Обработка данных проводилась с помощью программы Statistics с расчетом процентных долей и критерия x^2.

Технологический метод. Разработка и отработка рецептур (котлеты рыбные,

фрикадельки рыбные, рулет рыбный) проводилась в соответствии с ГОСТ 32691-2014 «Услуги общественного питания. Порядок разработки фирменных и новых блюд и изделий…». Для каждой рецептуры было подготовлено 3 варианта (I, II, III) с разным выходом изделия (150г, 120г, 100г). Ключевой особенностью являлось внесение 2% порошка шиповника от массы рыбного фарша. Отработка проводилась в 5-кратной повторности. Масса готового изделия контролировалась с допуском ±3%.

Аналитические методы. Пищевая ценность сырья и готовых изделий определялась стандартными методами:

Массовая доля белка – метод Кьельдаля (ГОСТ 25011-2017);

Массовая доля жира – экстракционно-весовой метод (ГОСТ 23042-2015);

Массовая доля влаги – высушивание до постоянной массы (ГОСТ 15113.8-77);

Массовая доля минеральных веществ (зола) – озоление в муфельной печи (ГОСТ 25555.5-2014);

Витамины B1 и B2 – флуориметрический метод (ГОСТ Р 54056-2010);

Энергетическая ценность – расчетным методом по коэффициентам Атуэра.

Органолептическая оценка проводилась экспертной комиссией из 5 человек по 5-балльной шкале с учетом внешнего вида, консистенции, запаха и вкуса.

1. Анализ потребительских предпочтений. Результаты анкетирования выявили проблему низкого уровня потребления рыбных продуктов среди молодежи Якутии. Только 1,2% опрошенных употребляют рыбу часто (более 3 раз в неделю), 64,3% – редко (1-2 раза в месяц), а 34,5% – практически никогда [5]. Основными причинами названы отсутствие удобных форм продукции (полуфабрикатов) и «приевшийся» вкус традиционных блюд. При этом 33,3% респондентов выразили заинтересованность в рыбных продуктах с добавлением ягод (брусника, шиповник), 22,6% – с травами (зеленый лук, укроп), 22,6% – с овощами. Данные легли в основу выбора обогащающего ингредиента – порошка шиповника, традиционного для региона и сочетающегося с рыбой по вкусовому профилю.

2. Пищевая ценность сырья. Биохимический анализ филе муксуна и чира подтвердил его высокую и сбалансированную пищевую ценность (Таблица 1). Содержание белка достигало 22%, что соответствует уровню ценных пород рыб. Особую значимость представляет липидный состав: доля жира 10-14% с высоким содержанием ПНЖК омега-3 (до 2,1 г/100г). Региональная особенность – повышенное содержание микроэлементов: селена (до 117% от РСП), йода (до 65% от РСП) и цинка, что связано с биохимическим составом местных водоемов [3].

Таблица 1

Пищевая ценность рыбного сырья Якутии (в среднем на 100 г съедобной части)

Показатель	Муксун	Чир	% от рекомендуемой суточной потребности (РСП)*
Белки, г	19.5±1.2	21.8±1.5	25-30%
Жиры, г	10.2±0.8	13.8±1.1	15-20%
Омега-3 ПНЖК, г	1.8±0.2	2.1±0.3	90-105%
Витамин D, мкг	12.5±1.5	14.8±1.8	85-99%
Селен, мкг	45.2±5.1	51.8±6.3	82-117%

Показатель	Муксун	Чир	% от рекомендуемой суточной потребности (РСП)*
Йод, мкг	35.8±4.2	40.5±4.8	24-65%
Энергетическая ценность, ккал	142±10	157±12	7-8%
*Примечание: *РСП для взрослого человека согласно МР 2.3.1.0253-21.*			

3. Разработка рецептур и их характеристика. На основе полученных данных были разработаны технологические карты трех видов полуфабрикатов. Технологической особенностью является двухэтапная тепловая обработка для котлет (обжарка + запекание) и припускание для фрикаделек, что обеспечивает максимальное сохранение сочности и нутриентов. Добавление 2% порошка шиповника не только повысило витаминную ценность, но и придало продуктам легкую кислинку и аромат, что положительно оценили эксперты.

4. Качество готовых изделий. Результаты лабораторного контроля готовых изделий представлены в Таблице 2. Все образцы соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» по микробиологическим показателям.

Таблица 2

Физико-химические показатели разработанных рыбных полуфабрикатов (X±σ, n=5)*

Наименование показателя	Котлеты рыбные	Фрикадельки рыбные	Рулет рыбный
Массовая доля влаги, %	35.13±0.85	27.83±0.92	25.15±0.78
Массовая доля белка, %	15.06±0.45	18.00±0.51*	15.94±0.48
Массовая доля жира, %	9.80±0.31*	4.60±0.25	4.40±0.22
Массовая доля минеральных веществ, %	1.21±0.08	1.47±0.09	1.56±0.10
Витамин В1, мг/100г	1.50±0.10	1.40±0.09	0.90±0.07
Витамин В2, мг/100г	1.80±0.12*	2.00±0.13*	1.20±0.08
Энергетическая ценность, ккал/100г	185±8	152±7	149±7
Органолептическая оценка, баллы	4.7±0.2	4.8±0.2	4.5±0.3
*Примечание: * – значения, статистически значимо ($p<0.05$) превышающие показатели контрольного образца (без шиповника).*			

Как видно из таблицы, фрикадельки характеризовались максимальным содержанием белка (18,0%) и витамина В2 (2,0 мг/100г), что объясняется

отсутствием панировки и большей долей рыбного фарша в рецептуре. Котлеты имели более высокую жирность (9,8%) и калорийность, что связано с процессом обжарки. Во всех образцах подтверждено повышение уровня рибофлавина (B2) на 10-15% по сравнению с контрольными образцами за счет внесения шиповника. Органолептическая оценка показала высокие результаты (4,5-4,8 балла), при этом эксперты отметили гармоничный вкус и отсутствие посторонних привкусов.

Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности предложенного подхода. Низкий уровень потребления рыбы, выявленный опросом, коррелирует с данными Роспотребнадзора по Якутии о недостаточном поступлении эссенциальных нутриентов. Разработанные полуфабрикаты призваны решить эту проблему, предлагая удобный и обогащенный продукт. Высокое содержание селена и омега-3 ПНЖК в сырье [3] и его сохранение в готовых изделиях (жирность 4,4-9,8%) особенно важно для регионов с холодным климатом, где эти вещества участвуют в терморегуляции и антиоксидантной защите. Добавление шиповника, являющегося источником аскорбиновой кислоты, биофлавоноидов и каротиноидов, усиливает антиоксидантные свойства конечного продукта, что является перспективным направлением для создания функциональных пищевых продуктов.

Технологическая схема, соответствующая ГОСТ, обеспечивает воспроизводимость рецептур в условиях предприятий общественного питания. Более низкое содержание витаминов в рулете можно объяснить более длительным воздействием высоких температур при запекании, что требует дальнейшей оптимизации режима. В результате социологического исследования впервые для региона Якутия установлен критически низкий уровень регулярного потребления рыбных продуктов среди молодежи (1,2%) и выявлена готовность к инновациям в виде продуктов с добавлением местных ягод (шиповник) и трав. Экспериментально подтверждена исключительно высокая пищевая и биологическая ценность местного рыбного сырья (муксун, чир), в частности, рекордное содержание селена (до 117% от РСП) и омега-3 ПНЖК, что обосновывает его использование в качестве базового компонента для продуктов здорового питания.

Впервые разработаны, стандартизированы по ГОСТ 32691-2014 и прошли лабораторно-производственную апробацию рецептуры трех видов рыбных полуфабрикатов (котлеты, фрикадельки, рулет), обогащенных 2% порошком шиповника, что обеспечило повышение содержания витамина B2 на 10-15%. Доказано, что разработанные изделия соответствуют требованиям безопасности, обладают высокой пищевой ценностью (содержание белка 15,06–18,0%) и получили высокую органолептическую оценку (4,5-4,8 балла), что позволяет рекомендовать их для внедрения в систему общественного питания организованных коллективов Арктического региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2022 г. № 1662-р.

2. Зайцев В.В., Михайлова А.С. Особенности питания и нутритивный статус населения арктических территорий России // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92, № S1. – С. 45-46.

3. Пищевая и биологическая ценность пресноводных рыб Якутии / Под ред. М.П. Неустроева. – Новосибирск: Изд. АНС СибАК, 2018. – 154 с.

4. Аксентьева В. В., Мозжерина И. В., Попов В. Г. Анализ технологий рыбной продукции функционального назначения // Пищевая промышленность. 2021. № 11. С. 26–29.

5. Готовцева, З. И., Степанов К. М. Предпочтения и частота потребления рыбных блюд среди молодежи: аналитический обзор // Вестник АГАТУ. – 2024. – № 2(14). – С. 17-26.

6. ГОСТ 32691-2014. Услуги общественного питания. Порядок разработки фирменных и новых блюд и изделий на предприятиях общественного питания. – М.: Стандартинформ, 2015.

Пищевая и энергетическая ценность полуфабрикатов из мелкомерного рыбного сырья / Т. В. Слепцова, В. Т. Васильева, Б. М. Махатов [и др.] // Устойчивое развитие сельского хозяйства и агросистем будущего в Арктике: Сборник научных статей... – Якутск, 2023. – С. 153-157.

8. Технология рыбных полуфабрикатов в тесте / Л. И. Елисеева, П. А. Гоголева, К. М. Степанов, З. И. Готовцева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2024. – № 2. – С. 110-117. – DOI 10.24412/2311-6447-2024-2-110-117.

REFERENCES

1. Strategy for the development of the food and processing industry of the Russian Federation for the period up to 2030. Approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 1662-r dated June 17, 2022.

2. Zaitsev V.V., Mikhailova A.S. Nutrition features and nutritional status of the population of the Arctic territories of Russia // Nutrition issues. – 2023. – Vol. 92, No. S1. – pp. 45-46.

3. Nutritional and biological value of freshwater fish of Yakutia / Edited by M.P. Neustroev. Novosibirsk: ANS SibAK Publishing House, 2018. 154 p.

4. Aksentieva V. V., Mozzherina I. V., Popov V. G. Analysis of technologies of fish products for functional purposes // The food industry. 2021. No. 11. pp. 26-29.

5. Gotovtseva, Z. I., Stepanov K. M. Preferences and frequency of consumption of fish dishes among young people: an analytical review // Bulletin of AGATU. – 2024. – № 2(14). – Pp. 17-26.

6. GOST 32691-2014. Catering services. The procedure for the development of branded and new dishes and products at public catering enterprises. Moscow: Standartinform, 2015.

Nutritional and energy value of semi-finished products from small-scale fish raw materials / T. V. Sleptsova, V. T. Vasilyeva, B. M. Makhatov [et al.] // Sustainable development of agriculture and agricultural systems of the future in the Arctic: Collection of scientific articles... Yakutsk, 2023. pp. 153-157.

8. Technology of semi-finished fish products in dough / L. I. Eliseeva, P. A. Gogoleva, K. M. Stepanov, Z. I. Gotovtseva // Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products. – 2024. – No. 2. – pp. 110-117. – DOI 10.24412/2311-6447-2024-2-110-117.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 664:613.292:663.81 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-27-35

Проектирование рецептуры нектаров с заданными свойствами на основе плодово-ягодного сырья Центрально-Черноземного региона

Designing the recipe of nectars with specified properties based on fruit and berry raw materials of the Central Black Earth region

Заведующий кафедрой О.М. Блинникова (ORCID 0000-0002-9558-4736), доцент И.М. Новикова (ORCID 0000-0002-8505-7676),
Мичуринский государственный аграрный университет, кафедра продуктов питания, товароведения и технологии переработки продукции животноводства, тел. 89051214900, o.blinnikova@yandex.ru

Профессор Л.Г. Елисеева (ORCID 0000-0002-5355-7289),
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, кафедра товарной экспертизы и таможенного дела, тел. 8(499)237-94-97, eliseeva-reu@mail.ru

Head of the Department O.M. Blinnikova, associate Professor I.M. Novikova,
Michurinsk State Agrarian University, Department of Food, Commodity Science and Livestock Processing Technology, tel. 8905121-49-00, o.blinnikova@yandex.ru

Professor L.G. Eliseeva,
Plekhanov Russian University of Economics, Department of Commodity Expertise and Customs Affairs, tel. 8499237-94-97, eliseeva-reu@mail.ru

Аннотация. Производство продуктов с добавленной пищевой ценностью является одним из наиболее актуальных направлений науки о питании и отражает последние тенденции развития пищевой промышленности. При этом важная роль уделяется развитию нового направления - «цифровой нутрициологии» для осуществления мониторинга пищевого статуса, выявления и предупреждения рисков появления алиментарно-зависимых заболеваний, позволяет осуществлять анализ и трансформацию информации о физиологических потребностях отдельных групп населения в пищевых и биологически активных веществах и энергии с использованием нового поколения программ ЭВМ. Цифровая нутрициология приобретает особую актуальность при производстве фортифицированных продуктов питания, позволяет оптимизировать состав рецептурных компонентов на основе создаваемых баз данных сырьевых источников функциональных ингредиентов таким образом, чтобы максимально возможно приблизить их по химическому составу к оптимальным значениям, рекомендованных физиологическими нормами потребления. Методом линейного программирования смоделирована рецептура яблочно-рябиновых нектаром с заданными свойствами. Проведена их комплексная оценка, в т.ч. по показателям, характеризующих пищевую ценность нектаров. На основании проведенных исследований, производство пастеризованных яблочно-рябиновых нектаров является целесообразным, поскольку полученные нектары имеют хорошие органолептические показатели и высокое содержание биологически активных веществ. Содержание отдельных нутриентов составляет более 15% от суточной нормы. Так, употребление 100 мл яблочно-рябиновых нектаров способно восполнить суточную потребность организма человека в антоцианах – на 23,2 - 145,7 %, флавонолах – на 25,8 - 34,7 %, катехинах – на 14,6 - 20,7 %, β-каротине на 26,6 - 33,0 %.

Abstract. The production of products with added nutritional value is one of the most relevant areas of nutrition science and reflects the latest trends in the development of the food industry. At the same time, an important role is given to the development of a new direction - "digital nutritionology" for monitoring nutritional status, identifying and preventing the risks of food-dependent diseases, which allows for the analysis and transformation of information about the physiological needs of individual population groups in food and biologically active substances and energy using a new generation of computer programs. Digital nutritionology is becoming particularly relevant in the production of fortified food products, which makes it possible to optimize the composition of prescription components based on databases of raw materials and functional ingredients in such a way as to bring their chemical composition as close as possible to the optimal values recommended by physiological consumption standards. The formulation of apple-rowan nectar with specified properties is modeled using the linear programming method. Their comprehensive assessment was carried out, including in terms of indicators characterizing the nutritional value of nectars. Based on the conducted research, the

© О.М. Блинникова, И.М. Новикова, Л.Г. Елисеева, 2026

production of pasteurized apple-rowan nectars is advisable, since the nectars obtained have good organoleptic properties and a high content of biologically active substances. The content of individual nutrients is more than 15% of the daily value. Thus, the consumption of 100 ml of rowan apple nectars is able to fill the daily requirement of the human body for anthocyanins – by 23.2 - 145.7%, flavonols – by 25.8 - 34.7%, catechins – by 14.6 - 20.7%, β-carotene - by 26.6 - 33.0 %.

Ключевые слова: проектирование, нектары, рецептура, оценка качества, пищевая ценность.

Keywords: design, nectars, formulation, quality assessment, nutritional value.

Проектирование продуктов с заданными характеристиками пищевой ценности как одно из приоритетных направлений обеспечения здорового питания, в соответствии со «Стратегией повышения качества пищевой продукции до 2030 года» (распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 №1346-р), является одной из задач государственной политики [9]. Важнейшее средство профилактики неинфекционных заболеваний и повышения качества жизни - питание, соответствующее физиологическим потребностям, с улучшенными потребительскими свойствами, что обеспечивается разработкой безопасных и качественных продуктов с использованием функциональных ингредиентов на основе отечественной сырьевой базы.

При проектировании пищевых продуктов создаются оптимальные рецептуры, способные сформировать необходимый уровень адекватности комплекса свойств пищевого продукта нормируемым величинам содержания макро и микронутриентов, энергии и требованиям потребителя. Данное научное направление исследований позволяет разрабатывать рецептуры сложных многокомпонентных продуктов с заданными свойствами, включающими комплекс разнообразных количественных и качественных показателей - технологических, медико-биологических, потребительских и др. [1-4, 12].

На потребительском рынке основными категориями функциональных продуктов питания являются: соковая продукция; напитки; хлеб и хлебобулочные изделия; молоко и молочные напитки. В этой связи, обогащение соковой продукции, одной из самой востребованной категории продуктов на рынке, является особенно актуальным.

Известно, что наиболее высокой пищевой ценностью в группе соковой продукции обладают соки. В настоящее время российский рынок более чем на 90 % представлен соковой продукцией отечественного производства, которая большей частью изготовляется на основе импортных концентрированных соков и пюре, причем доля импортного сырья весьма значительна. В целом в Россию поставляется порядка 165 тыс. т соковой продукции, из которой 95 % – концентрированная. Этим объясняется низкое содержание биологически-активных веществ в соках и нектарах, приготовленных из них. В данной работе нами спроектирована рецептура купажированных яблочных нектаров с добавлением рябинового пюре с целью обогащения разработанной продукции биологически-активными и минеральными веществами плодов рябины.

Целью работы явилось проектирование рецептуры нектаров с заданными свойствами на основе фруктового сырья Центрально-Черноземного региона и оценка их потребительских свойств.

Объектами исследований являлись яблоки сортов Антоновка обыкновенная и Северный Синап, плоды рябины сортов Сорбинка и Титан, черноплодной рябины - сорта Черноокая, а также нектары на их основе: одно-, двух- и трехкомпонентные.

Органолептические показатели нектаров оценивали дегустационной комиссией по разработанной 100-балльной шкале. Физико-химические показатели, в том числе показатели пищевой ценности, определяли современными стандартными общепринятыми методами анализа.

Высокая кислотность плодов рябины обыкновенной, терпкость черноплодной рябины, не позволяют получить соки с высокими органолептическими свойствами. Поэтому нами смоделирована рецептура яблочно-рябиновых нектаров с высокой долей фруктовой части, что позволило получить продукцию с отличными дегустационными характеристиками и высокой пищевой ценностью.

При проектировании рецептуры фруктового нектара из яблок и плодов рябины необходимо было получить продукт с максимальной пищевой ценностью и с содержанием витаминов и других нутриентов: β-каротин – не менее 0,75 мг/100 г; сумма Р-активных веществ – не менее 37,5 мг, катехины – не менее 15 мг, пектины – не менее 0,4 %, сухие вещества – не менее 15 %, органические кислоты – 0,5 % - 0,8 %.

При установлении указанных условий нутриентного состава проектируемого нектара руководствовались требованиями ГОСТ 32104-2013 «Консервы. Продукция соковая. Нектары фруктовые и фруктово-овощные. Общие технические условия» [7]. Необходимым условием было также содержание β-каротина и Р-активных веществ в количестве не менее 15% от рекомендуемой суточной нормы [8, 10-11]. В таблице 1 представлена информационная матрица данных для моделирования рецептуры нектара, в таблице 2 – пищевая ценность рецептурных ингредиентов.

Таблица1

Информационная матрица данных для проектирования рецептуры обогащенного фруктового нектара

Рецептурные ингредиенты (РИ)	Индекс, X_i	Возможный диапазон варьирования, %	Содержание сухих веществ, %
Сок (или пюре) яблочный	x_1	40…50	16,8
Пюре рябиновое	x_2	10…20	17,5
24%-ный сахарный сироп	x_3	10…40	24,0

Таблица 2

Пищевая ценность рецептурных ингредиентов обогащенного фруктового нектара

Перечень нутриентов	Количество витаминов и других нутриентов, входящих в состав рецептурных ингредиентов обогащенного фруктового нектара, мг/100г		
	яблоки	рябина	24 %-ный сахарный сироп
антоцианы и флавонолы	8,63	182,40	0
катехины	44,97	68,00	0
β-каротин	0,11	3,52	0
пектины	1090,00	370,00	0
углеводы	18500,00	17500,00	24000
органические кислоты	0,59	1,29	0
ИТОГО	19644,30	19413,92	24000

Требовалось найти искомые значения X1, X2, X3 при которых

$$F(x)=19644.3X1+19413.92X2+24000X3\rightarrow max \quad (1)$$

Используя информационную матрицу данных была сформирована система линейных балансовых уравнений по содержанию в рецептуре фруктовых нектаров β-каротина; суммы Р-активных веществ, в т.ч. катехинов; пектинов, органических кислот.

В результате расчета программы получили доли рецептурных компонентов: x1=0,50; x2=0,20; x3=0,30. При этом F(x) = 20904,934→max. В соответствии с полученными данными составили рецептуру спроектированного нектара (таблица 3). Расчетные данные легли в основу рецептуры яблочно-рябинового нектара, на основании которой также разработали рецептуру трехкомпонентного нектара, содержащую рябиновое и черноплодно-рябиновое пюре в равном количестве, а также рецептуру яблочного нектара с эквивалентным содержанием фруктового пюре, служащего контролем.

Таблица 3

Рецептура производства нектаров на 1000 кг готовой продукции

Наименование рецептурных компонентов	Расход компонентов, кг		
	Нектары на основе яблочного сока и/или пюре		
	«Яблочный»	«Яблочно-рябиновый»	«Трехкомпонентный»
Сок (или пюре) яблочный - полуфабрикат	700,00	500,00	500,00
Пюре рябиновое – полуфабрикат	-	200,00	100,00
Пюре черноплодно-рябиновое – полуфабрикат	-	-	100,00
24 - % сахарный сироп	300,00	300,00	300,00

Ассортимент нектаров, выработанных по разработанной рецептуре, представлен в таблице 4. Наименование продукции присваивалось в зависимости от используемого помологического сорта сырья

Таблица 4

Ассортимент нектаров

Нектары на основе яблочного пюре		
«Яблочный»	«Яблочно-рябиновый»	«Трехкомпонентный»
Антоновка обыкновенная; Северный синап	Антоновка + Сорбинка; Антоновка + Титан; Синап + Сорбинка; Синап + Титан	Антоновка +Титан +Черноокая; Синап + Титан + Черноокая

Технологический процесс производства новых нектаров на основе яблочного пюре включает в себя следующие операции: приемку и подготовку сырья; подготовку полуфабрикатов и материалов; смешивание; подогрев; гомогенизацию; фасование; деаэрацию; для максимального сохранения биологически-активных веществ в нектарах, в общем цикле консервирования, использовалась пастеризация.

Органолептическая оценка качества нектаров проводилась дегустационной комиссией по разработанной 100-балльной шкале с учетом коэффициентов весомости, результаты которой отражены на рисунке 1.

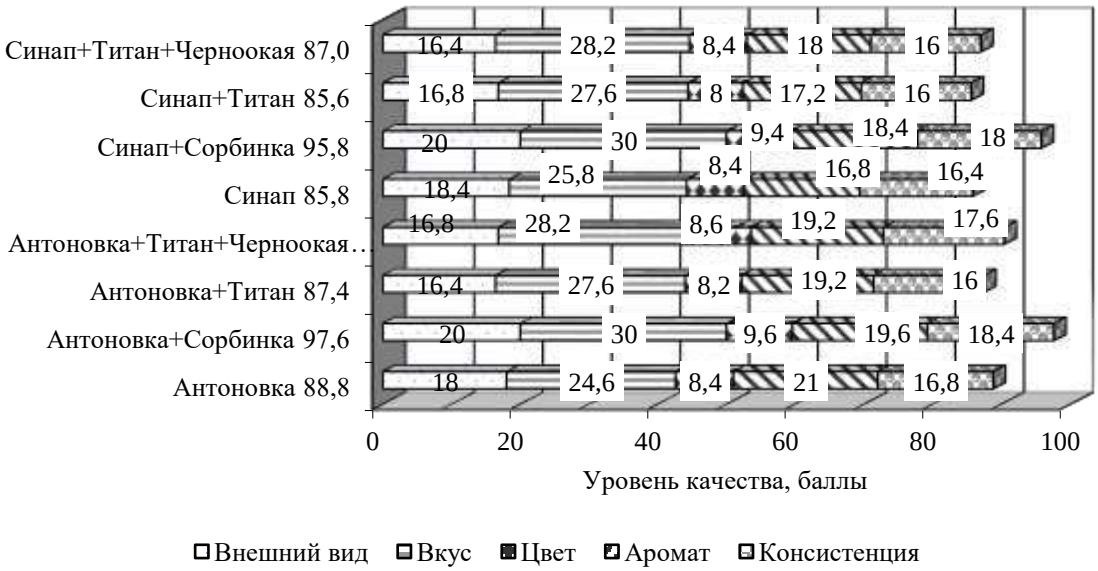


Рис. 1. Органолептическая оценка качества нектаров с учетом коэффициентов весомости

Полученные напитки обладали хорошими вкусовыми свойствами. Вкус нектаров был гармоничным, аромат ярко выраженным, соответствующим плодам, из которых были получены нектары, без постороннего привкуса и запаха. При дегустации нектаров не было отмечено значительных отличий, какой сорт яблок использовался в качестве основного сырья при их производстве. Среди исследуемых нектаров, выработанных с использованием в качестве основного сырья яблок сорта Северный синап, с отличным качеством 95,8 баллов оценен яблочно-рябиновый нектар – Синап + Сорбинка. Яблочный нектар – Северный синап, получил меньшую оценку – 85,8 баллов – по сравнению с вышеназванными нектарами, но, тем не менее, имел хороший уровень качества за счет достаточно высоких значений показателей вкуса, внешнего вида, аромата и консистенции. По результатам органолептического анализа яблочно-рябиновые нектары Синап + Титан и Синап +Титан + Черноокая были отнесены к группе с хорошим качеством, набрав 87,0 и 85,6 баллов соответственно.

Примечательно, что в нектарах, для производства которых в качестве основного сырья применялся сорт яблок Антоновка обыкновенная, ситуация выглядела аналогичным образом. К нектарам с отличным качеством был отнесен яблочно-рябиновый Антоновка + Сорбинка – 97,6 баллов. Нектар яблочно-рябиновый Антоновка + Титан + Черноокая хоть и получил меньшую оценку – 90,4 баллов, также был оценен отличным качеством. К группе нектаров с хорошими качествами отнесены яблочный нектар Антоновка обыкновенная и яблочно-рябиновый нектар Антоновка + Титан, при почти равной общей оценке 88,8 и 87,4 баллов соответственно. Необходимо отметить, что нектары в различных комбинациях с яблоками сорта Антоновка обыкновенная отличались более выраженным ароматом и лучшими вкусовыми свойствами, нежели нектары в сочетаниях с плодами яблони второго сорта – Северного синапа, что наглядно отображают данные рисунка 1. По комплексу изученных органолептических показателей можно заключить следующее:

- наиболее высокими потребительскими свойствами отличались яблочно-рябиновые нектары в сочетании с плодами рябины сорта Сорбинка;
- наибольшее влияние на качество исследуемых нектаров оказывает такой важный органолептический показатель как вкус, а также внешний вид нектара, его аромат и консистенция.

Содержание растворимых сухих веществ в исследуемых нектарах находится в

пределах 15,50 % - 17,50 %. Преобладающими компонентами сухого вещества являются углеводы, из которых важнейшими являются сахара. Содержание сахаров во многом определяет энергетическую ценность нектаров, а также их вкус.

Изучение химического состава нектаров показало, что они отличаются высоким содержанием сахаров, количество которых варьирует в пределах 13,65 % - 15,54 %. Яблочно-рябиновые нектары отличаются повышенным содержанием суммы сахаров (15,14 % - 15,54 %) по сравнению с яблочными нектарами (13,65 %-13,71 % у нектара Северный синап и Антоновка обыкновенная соответственно).

Анализ качественного состава сахаров показывает, что большая часть их приходится на долю моносахаридов: 8,21 % - 9,45 % – у яблочных, 10,37 % - 12,01 % – у яблочно-рябиновых. В результате проведенных вычислений выявлена существенная корреляционная зависимость (r) во всех исследуемых нектарах между содержанием сухого вещества и суммы сахаров (r = 0,98).

Важнейшими компонентами сухого вещества являются органические кислоты, формирующие кислый вкус нектаров. В исследуемых яблочно-рябиновых нектарах органические кислоты в пересчете на яблочную варьируют в пределах 0,57 % - 0,78 %. Наибольшей кислотностью отличаются образцы с яблоками сорта Антоновка обыкновенная (0,68 % - 0,78 %), что на наш взгляд связано с высоким содержанием органических кислот в яблоках этого сорта. Яблочные нектары отличаются от яблочно-рябиновых меньшим содержанием органических кислот - 0,49 % – 0,54 %.

Органические кислоты находятся в тесной взаимосвязи с сухими веществами нектаров (r = 0,53 – 0,68) и суммой сахаров (r = 0,43 – 0,62).

Химический состав и пищевая ценность нектаров отражены в таблице 5.

Таблица 5

Показатели химического состава и пищевой ценности нектаров

Наименование показателя, единица измерения	Суточная потребность	Наименование нектара							
		Северный синап	Синап + Сорбинка	Синап + Титан	Синап + Титан + Черноокая	Антоновка обыкновенная	Антоновка + Сорбинка	Антоновка + Титан	Антонвка + Титиан + Черноокая
Содержание растворимых сухих веществ, %		15,50± 0,01	17,50± 0,02	17,00± 0,01	17,00± 0,01	15,50 ±0,01	17,50 ±0,01	17,00 ±0,02	17,00± 0,02
Органические кислоты, %		0,49± 0,03	0,68±0, 02	0,57±0, 02	0,58± 0,01	0,54± 0,03	0,78± 0,02	0,68± 0,03	0,68± 0,02
Сумма сахаров, % в т. ч.		13,65± 0,03	15,53± 0,04	15,16± 0,03	15,14± 0,03	13,71 ±0,04	15,54 ±0,06	15,20 ±0,05	15,17± 0,06
моносахариды		9,45± 0,02	10,61± 0,02	10,40± 0,02	10,37± 0,02	8,21± 0,02	12,24 ±0,03	12,02 ±0,04	12,01± 0,04
сахароза		4,20± 0,01	4,92±0, 02	4,76±0, 01	4,77± 0,01	5,50± 0,02	3,30± 0,02	3,18± 0,01	3,16± 0,02
Аскорбиновая кислота, мг/100г	100 мг	1,63± 0,11	7,65±0, 19	3,15±0, 19	2,50±0, 24	4,31± 0,19	9,96± 0,24	4,99± 0,21	4,85± 0,21
- в % от суточной потр.		1,6	7,7	3,2	2,5	4,3	10,0	5,0	4,9
β-каротин, мг/100г	5 мг	0,05± 0,01	1,33±0, 01	1,65±0, 03	0,98±0, 02	0,05± 0,01	1,33± 0,02	1,64± 0,04	0,96± 0,02

Окончание таблицы 5



Окончание таблицы 5

- в % от суточной потр.		1,0	26,6	33,0	19,6	1,0	26,6	32,8	19,2
Флавонолы, мг/100г	30 мг	2,58± 0,06	9,16±0, 10	7,75±0, 06	10,41± 0,07	следы	7,24± 0,06	5,83± 0,06	8,59± 0,06
- в % от суточной потр.		8,6	30,5	25,8	34,7	-	24,1	19,4	28,6
Антоцианы, мг/100г	50 мг	1,62± 0,04	11,61± 0,08	42,33± 0,24	72,83± 0,28	1,90± 0,06	11,85 ±0,12	42,47 ±0,33	69,27± 0,10
- в % от суточной потр.		3,24	23,22	84,7	145,7	3,8	23,7	84,9	138,5
Катехины, мг/100г	200 мг	34,30± 0,14	39,06± 0,16	36,37± 0,25	41,38± 0,20	24,08 ±0,18	35,51 ±0,20	29,15 ±0,21	34,07± 0,18
- в % от суточной потр.		17,2	19,5	18,2	20,7	12,0	17,8	14,6	17,0
Сумма Р-активных соединений, мг/100г		38,50± 0,24	59,83±0, 34	86,45± 0,55	124,62 ±0,55	25,98 ±0,24	54,60 ±0,38	77,45 ±0,60	111,93 ±0,34
Пектин общ., %		0,40± 0,02	0,43±0, 01	0,46±0, 02	0,45±0, 04	0,43± 0,01	0,43± 0,02	0,45± 0,01	0,44± 0,04

Содержание пектина во всех исследуемых нектарах варьирует незначительно: 0,40 % -0,45 % у яблочных (Северный синап и Антоновка обыкновенная соответственно); 0,43 % - 0,46 % у яблочно-рябиновых.

Высокая питательная ценность пастеризованных нектаров обусловлена не только высоким содержанием суммы сахаров и пектинов, но и витаминов: аскорбиновой кислоты, β-каротина и Р-активных веществ. Наибольшим содержанием аскорбиновой кислоты отличались нектары в различных комбинациях с яблоками сорта Антоновка обыкновенная, что связано с качеством исходного сырья. Добавление плодов рябины в рецептуру нектаров повышает их пищевую ценность. Так, нектар Антоновка + Сорбинка содержит аскорбиновой кислоты 9,96 мг/100, а нектар с яблоками сорта Северный синап содержит в аналогичной комбинации 7,65 мг/100 г витамина С. По содержанию аскорбиновой кислоты яблочно-рябиновые нектары с плодами рябины сорта Титан, а также трехкомпонентные нектары превосходят исходные яблочные: 4,99-4,85 мг/100 г – с яблоками сорта Антоновка обыкновенная; 3,15-2,50 мг/100 г – с плодами сорта Северный синап. Таким образом, яблочно-рябиновые нектары обладают более высоким содержанием витамина С, что повышает их пищевую ценность по сравнению с яблочными нектарами.

По содержанию β-каротина яблочно-рябиновые нектары также превосходят яблочные независимо от того какой сорт яблок использовался. Наибольшим содержанием β-каротина среди исследуемых нектаров выделились следующие образцы: Синап + Титан и Антоновка + Титан (1,65 и 1,64 мг/100 г соответственно); Синап + Сорбинка и Антоновка + Сорбинка (1,33 мг/100 г), а наименьшим Северный синап и Антоновка обыкновенная (0,05 мг/100 г). При употреблении яблочно-рябиновых нектаров в количестве 100 мл покрывается суточная потребность в β-каротине на 26,6 % - 33,0 %, при употреблении трехкомпонентных в таком же количестве на 19 %, а при употреблении яблочных всего лишь на 1,0 %. Наименьшее содержание Р-активных соединений (суммы флавонолов, катехинов и антоцианов) отмечено в яблочных нектарах Северный синап и Антоновка обыкновенная – 38,50 и 25,98 мг/100 г соответственно. По сумме Р-активных соединений из всех исследуемых нектаров выделяются два образца: Синап + Титан + Черноокая и Антоновка + Титан + Черноокая – 124,62 и 111,93 мг/100 г соответственно. Высоким

содержанием суммы флавонолов, антоцианов и катехинов отличаются яблочно-рябиновые нектары с плодами рябины сорта Титан и Сорбинка: 86,45-77,45 мг/100 г и 59,83-54,60 мг/100 г соответственно.

Употребление 100 мл яблочно-рябиновых нектаров способно восполнить суточную потребность организма человека в антоцианах – на 23,2-145,7%, флавонолах – на 25,8-34,7%, катехинах – на 14,6-20,7%. Результаты проведенных исследований наглядно демонстрируют, что образцы яблочно-рябиновых нектаров по содержанию основных витаминов: витамина С, β-каротина и Р-активных соединений обладают большей пищевой ценностью, чем яблочные нектары. На основе принципа пищевой комбинаторики с использованием метода линейного программирования разработаны рецептуры яблочно-рябиновых нектаров с заданным химическим составом для массового потребления. Проведено изучение полного комплекса органолептических и физико-химических показателей качества нектаров, подтверждена их высокая пищевая ценность, высокий уровень удовлетворения суточной потребности в эссенциальных микро- и макронутриентах.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Селекция сельскохозяйственных культур и технологии производства, хранения и переработки продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения» ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания: учебное пособие / Е.И. Муратова, С.Г. Толстых, С.И. Дворецкий, О.В. Зюзина, Д.В. Леонов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 80 с.

2. Блинникова О.М. Проектирование и обеспечение сохраняемости поликомпонентных пищевых продуктов с заданными свойствами: дисс. …доктора техн. наук: 05.18.15. Москва, 2021. 353 с.

3. Блинникова, О.М. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов с заданными свойствами на основе ягодного сырья Центрально-Черноземного региона / О.М. Блинникова, Л.Г. Елисеева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2017. – № 5(19). – С. 81-88. – EDN VYVVAT.

4. Блинникова, О.М. Оценка потребительских свойств ягод земляники садовой при замораживании и низкотемпературном хранении / О.М. Блинникова, Л.Г. Елисеева, И.М. Новикова // Товаровед продовольственных товаров. – 2015. – № 10. – С. 59-63. – EDN WIUIQZ.

5. Вигоров, Л.И. Определение полифенолов / Л.И. Вигоров // Сб. трудов 2-го Всесоюз. семинара по БАВ плодов и овощей. – Свердловск, 1964. – С. 88.

6. Гичев, Ю.Ю. Руководство по микронутриентологии. Роль и значение биологически активных добавок к пище / Ю.Ю. Гичев, Ю.П. Гичев. - М.:"Триада-Х", 2006. - 264 с.

7. ГОСТ 32104-2013 Консервы. Продукция соковая. Нектары фруктовые и фруктово-овощные. Общие технические условия. Введен 07.01.2014. М.: Стандартинформ. 2014. 16 с.

8. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.)

9. Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 года №1364-р.

10. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 023/2011 Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/902320562

11. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. - М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.

12. Modeling a formulation and assessment of the consumer properties of the special purpose starch drink / O.M. Blinnikova, V.A. Babushkin, L.G. Eliseeva, G.S. Usova // Sarhad Journal of Agriculture. – 2020. – Vol. 36, No. 3. – P. 939-948. – DOI 10.17582/JOURNAL.SJA/2020/36.3.939.948. – EDN KKHNKY.

REFERENCES

1. Automated design of complex multicomponent food products: a textbook / E.I. Muratova, S.G. Tolstykh, S.I. Dvoretsky, O.V. Zyuzina, D.V. Leonov. – Tambov: Publishing house of FSBEI HPE "TSTU", 2011. – 80 p.

2. Blinnikova O.M. Design and maintenance of multicomponent food products with specified properties: diss. ...Doctor of Technical Sciences: 05.18.15. Moscow, 2021. 353 p.

3. Blinnikova, O.M. Designing multicomponent food products with specified properties based on berry raw materials from the Central Chernozem region / O.M. Blinnikova, L.G. Eliseeva // Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products. – 2017. – № 5(19). – Pp. 81-88. – EDN VYVVAT.

4. Blinnikova, O.M. Evaluation of consumer properties of strawberries during freezing and low-temperature storage / O.M. Blinnikova, L.G. Eliseeva, I.M. Novikova // Commodity specialist of food products. 2015. No. 10. pp. 59-63. - EDN WIUIQZ.

5. Vigorov, L.I. Definition of polyphenols / L.I. Vigorov // Proceedings of the 2nd All-Union. seminar on the BAS of fruits and vegetables. Sverdlovsk, 1964. p. 88.

6. Gichev, Yu.Y. Manual of micronutrientology. The role and significance of biologically active food additives / Yu.Y. Gichev, Yu.P. Gichev. - M.: "Triad-X", 2006. 264 p.

7. GOST 32104-2013 Canned food. Juice products. Fruit and vegetable nectars. General technical conditions. Introduced on 07.01.2014. Moscow: Standartinform. 2014. 16 p.

8. Methodological recommendations MP 2.3.1.0253-21 "Standards of physiological energy and nutritional requirements for various groups of the population of the Russian Federation" (approved by the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare on July 22, 2021)

9. On approval of the Strategy for Improving Food Quality in the Russian Federation until 2030: Decree of the Government of the Russian Federation dated June 29, 2016 No. 1364-R.

10. Technical Regulations of the Customs Union TR CU 023/2011 Technical regulations for juice products from fruits and vegetables [Electronic resource] – Access mode: https://docs.cntd.ru/document/902320562

11. Chemical composition of Russian food products: A reference book / Edited by Corresponding Member of the MAI, Professor I. M. Skurikhin and Academician of the Russian Academy of Medical Sciences, Professor V. A. Tutelyan. -M.: Delhi Print, 2002. - 236 p.

12. Modeling a formulation and assessment of the consumer properties of the special purpose starch drink / O.M. Blinnikova, V.A. Babushkin, L.G. Eliseeva, G.S. Usova // Sarhad Journal of Agriculture. – 2020. – Vol. 36, No. 3. – P. 939-948. – DOI 10.17582/JOURNAL.SJA/2020/36.3.939.948. – EDN KKHNKY.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 664.65 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-36-42

Оценка биохимического состава муки топинамбура как сырья для производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности

Evaluation of the biochemical composition of jerusalem artichoke flour as a raw material for the production of bakery products with increased nutritional value

Доцент Е.С. Таранова, ассистент В.В. Бурматнов,
Российский биотехнологический университет, taranovaes@mgupp.ru
Директор Я.В. Титаева,
ООО «Городской Супермаркет», Yana.titaeva@gmail.com

Associate Professor E.S. Taranova, Assistant V.V. Burmatnov,
Russian University of Biotechnology, taranovaes@mgupp.ru
Director Ya.V. Titaeva,
OOO «City Supermarket», Yana.titaeva@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного анализа химического, минерально-витаминного и аминокислотного состава муки топинамбура и муки пшеничной хлебопекарной первого сорта. Актуальность работы обусловлена ростом потребительского спроса на хлебобулочные изделия с пониженным содержанием быстроусвояемых углеводов и обогащенным составом. В ходе эксперимента с использованием стандартизированных методов анализа установлено, что мука топинамбура характеризуется низким содержанием крахмала, но многократно превосходит пшеничную муку по содержанию минеральных веществ, является источником витаминов группы В и С, а также богатым аминокислотным составом. Полученные данные позволяют рассматривать муку топинамбура как перспективное сырье для производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.

Abstract. The article presents the results of a comparative analysis of the chemical, mineral, vitamin and amino acid composition of jerusalem artichoke flour and wheat flour of the first grade. The relevance of the work is due to the growing consumer demand for bakery products with a reduced content of fast-digesting carbohydrates and an enriched composition. During the experiment using standardized analysis methods, it was found that jerusalem artichoke flour is characterized by a low starch content, but it is many times higher than wheat flour in terms of mineral content, is a source of vitamins B and C, as well as a rich amino acid composition. The data obtained allow us to consider jerusalem artichoke flour as a promising raw material for the production of bakery products with increased nutritional value.

Ключевые слова: мука топинамбура, мука пшеничная хлебопекарная первого сорта, химический состав, минеральные вещества, витаминный состав, аминокислотный состав.

Keywords: jerusalem artichoke flour, wheat flour of the first grade, chemical composition, minerals, vitamin composition, amino acid composition.

В Российской Федерации, согласно статистическим данным, ежегодно увеличивается рост людей, страдающих диабетом. Анализируя рацион питания современного человека, специалисты пришли к выводу, что он перенасыщен углеводами, особенно легкоусвояемыми, среди которых особое место занимают крахмал и сахароза. Для профилактики диабета необходимо сокращение потребления общего количества углеводов, вызывающих резкие скачки уровня сахара в крови, повышение количества клетчатки, потребление большего количества

© Е.С. Таранова, В.В. Бурматнов, Я.В. Титаева, 2026



витаминов и других полезных веществ, укрепляющих организм. Вследствие этого возникает необходимость разработки пищевых продуктов со сниженным содержанием углеводов и обогащение хлебобулочных изделий различными биологически активными веществами и добавками растительного происхождения, направленными на укрепление общего иммунитета и оздоровление организма.

Согласно общедоступным данным, производство функциональных продуктов питания признано наиболее перспективной областью пищевой индустрии. В Российской Федерации данное направление активно развивается, а ежегодный объём производства уже достигает порядка 1500 тонн [1].

Недостаточное поступление незаменимых пищевых веществ формирует устойчивый нутриентный дисбаланс, способный провоцировать развитие патологий и, при длительном течении, может представлять угрозу для жизнедеятельности. Сложность своевременной коррекции заключается в отсутствии у человека объективных маркеров для самооценки рациона на ранних стадиях дисбаланса [2].

В связи с этим, разработка широкого ассортимента хлебобулочных изделий функционального назначения, ориентированного на потребление различными категориями населения, является одной из приоритетных, актуальных и своевременных задач. Хлебобулочные изделия в Российской Федерации входят в ежедневный рацион питания и обеспечивают около 30% суточной потребности человека в питательных веществах [3] [10].

Растущий интерес потребителей к правильному питанию и здоровому образу жизни приводит к тому, что потребительские предпочтения претерпевают изменения.

Спрос на традиционные виды хлеба и хлебобулочные изделия из пшеничной муки с недлительным сроком хранения снижается, в то время как растет интерес к зерновому хлебу и хлебобулочным изделиям с повышенным содержанием витаминов, пищевых волокон, а также с пониженным содержанием соли, сахара, жира и т.д. [6] [7] [8] [9].

Специфика производства хлебобулочных изделий обусловливает ограничения по физическим свойствам и количеству вносимых добавок, при этом наиболее технологически осуществимой является замена пшеничной муки на другие виды при обязательном учете их химического состава.

Перспективным растительным сырьем, которое подходит для данных целей, является топинамбур (Helianthustuberosus L.) за счёт богатого элементного состава. Топинамбур содержит 20,0 % углеводов, из которых 55,0–65,0 % выпадает на долю инулина, 5,0 % пищевых волокон, 2,3 % белка и другие ценные биологически активные вещества, что определяет высокую пищевую ценность как самого топинамбура, так и продуктов переработки его клубней [2], которые широко используются для обогащения продуктов питания [4] [5].

Инулин представляет собой природное растворимое пищевое волокно из группы полисахаридов, обладающее доказанными пребиотическими свойствами. В технологии пищевых производств он используется как полифункциональный ингредиент, позволяющий одновременно корректировать химический состав и структурно-реологические характеристики продукта.

Повышение эффективности пищевых производств зависит прежде всего от создания малоотходных и безотходных технологий, а также от широкого использования местных сырьевых ресурсов растительного происхождения. [8]

Целью исследования являлось определение химического состава и пищевой ценности муки топинамбура, как сырья для разработки рецептур хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.

Объекты и методы исследования - объектами исследования выступали мука топинамбура и мука пшеничная хлебопекарная первого сорта. Для определения

основных составляющих химического состава использовали стандартные методы, согласно ГОСТ на данные виды исследований. Общий химический состав определяли в соответствии с ГОСТ 13586.5-2015, ГОСТ 27494-2016, ГОСТ 13496.15-2016. Витаминный, аминокислотный состав анализировали преимущественно методами ВЭЖХ и микробиологическими методами. Химический состав исследуемых образцов муки топинамбура и пшеничной хлебопекарной муки первого сорта установлен экспериментально и отражен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав муки топинамбура и муки пшеничной хлебопекарной первого сорта

Наименование исследуемого образца	Наименование исследуемого образца	
	Мука топинамбура	Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта
Массовая доля общего белка, г/100 г	6,5	13,0
Массовая доля жира, г/100 г	1,1	1,5
Массовая доля сырой золы, г/100 г	>20,0	0,7
Массовая доля влаги, г/100 г	17,4	13,1
Массовая доля сырой клетчатки, г/100 г	14,3	25,1
Массовая доля крахмала, г/100 г	6,9	66,1

Из данных, приведенных в таблице 1 следует, что мука топинамбура по сравнению с мукой пшеничной хлебопекарной первого сорта характеризовалась пониженным содержанием белка, которое составило 6,5 г/100 г и незначительной долей жира на уровне 1,1 г/100 г. При этом по содержанию минеральных веществ она многократно превосходила пшеничную муку. Массовая доля сырой золы достигала более 20,0 г/100 г, тогда как в муке пшеничной хлебопекарной первого сорта данный показатель равнялся всего 0,7 г/100 г. Мука топинамбура также отличалась повышенной влажностью 17,4 г/100 г и умеренным содержанием клетчатки 14,3 г/100 г, что ниже соответствующего значения в муке пшеничной, где оно составляло 25,1 г/100 г. В таблицах 2 и 3 представлен сравнительный анализ минерального и витаминного состава муки топинамбура и пшеничной хлебопекарной муки первого сорта.

Таблица 2

Минеральный состав муки топинамбура

Наименование исследуемого образца	Результаты исследуемого образца	
	Мука топинамбура	Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта
Селен, мг/кг	0,071	0,012
Кальций, мг/кг	0,920	0,167
Натрий, мг/кг	0,037	0,030
Фосфор, мг/кг	0,279	0,128
Магний, мг/кг	0,590	0,256
Калий, мг/кг	0,149	0,130
Железо, мг/кг	0,043	0,015
Цинк, мг/кг	10,800	11,500
Марганец, мг/кг	7,300	1,650
Кремний, мг/кг	0,067	0,081

Кроме того, в муке топинамбура наблюдалось крайне низкое содержание крахмала, равное всего 6,9 г/100 г. Исходя из данных приведенных в таблице 2, можно сделать вывод что мука топинамбура являлась источником минеральных веществ, среди которых выделялись такие макроэлементы, как калий 0,149 мг/кг и фосфор 0,279 мг/кг, что значительно превышало показатели у образцов муки пшеничной хлебопекарной первого сорта, которые составили 0,130 мг/кг и 0,128 мг/кг соответственно. Продукт также отличался высоким уровнем магния 0,590 мг/кг, кальция 0,920 мг/кг, железа 0,043 мг/кг и кремния 0,067 мг/кг, что позволяло рассматривать его в качестве ценного обогатителя пищевых изделий.

Таблица 3

Витаминный состав муки топинамбура

Наименование исследуемого образца	Результаты исследуемого образца	
	Мука топинамбура	Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта
Витамин А, мг/100 г	<0,005	<0,005
Витамин В3(РР), мг/100 г	<0,005	<0,005
Витамин В3 (РР / никотиновая к-та), мг/100 г	20,400	12,300
Витамин В3 (РР, сумма), мг/100 г	20,400	12,300
Витамин В5, мг/100 г	1,290	1,000
Витамин В7 (Н), мг/100 г	<0,005	<0,005
Витамин В12, мг/100 г	<0,005	<0,005
Витамин С, мг/100 г	6,200	5,500
Витамин В6, мг/100 г	0,105	0,102
Витамин В9, мг/100 г	<0,010	<0,001
Витамин В1, мг/100 г	0,205	0,207
Витамин В2, мг/100 г	0,136	0,200

В муке топинамбура идентифицированы витамины группы В, такие как тиамин, рибофлавин, ниацин, пантотеновая кислота и пиридоксин. При этом содержание никотиновой кислоты в ней 20,400 мг/100 г значительно превышало данный показатель в муке пшеничной хлебопекарной первого сорта 12,300 мг/100 г.тМука топинамбура отличается богатым аминокислотным составом, в связи с чем был проведен анализ качественного и количественного содержания аминокислот в сравнении с мукой пшеничной хлебопекарной первого сорта, результаты представлены в таблице 4.

При сравнительной оценке аминокислотных профилей выявлено, что мука топинамбура по большинству позиций существенно превосходила пшеничную хлебопекарную муку первого сорта. Наибольшая массовая доля среди незаменимых аминокислот в муке топинамбура отмечена для лейцина, содержание которого достигло 0,090 г/100 г продукта, тогда как в пшеничной муке данный показатель составил 0,078 г/100 г. Высокими концентрациями также характеризовались фенилаланин и валин — 0,066 и 0,060 г/100 г соответственно. При этом наиболее выраженное превосходство муки топинамбура зафиксировано по валину, уровень которого более чем в четыре раза превысил соответствующий показатель пшеничной муки, не превышавший 0,014 г/100 г. Содержание лизина в обоих видах муки находилось на сопоставимом уровне и составляло 0,034 г/100 г продукта.

Талица 4

Аминокислотный состав муки топинамбура и муки пшеничной хлебопекарной первого сорта

Наименование исследуемого образца	Результаты исследуемого образца	
	Мука топинамбура	Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта
Аргинин общий, г/100 г	0,062	0,055
Валин общий, г/100 г	0,060	0,014
Гистидин общий, г/100 г	0,017	0,012
Изолейцин общий, г/100 г	0,046	0,004
Лейцин общий, г/100 г	0,090	0,078
Лизин общий, г/100 г	0,034	0,034
Тирозин общий, г/100 г	0,047	0,035
Треонин общий, г/100 г	0,379	0,400
Фенилаланин общий, г/100 г	0,066	0,050
Тирозин+Фенилаланин общие, г/100 г	1,126	1,030
Таурин общий, г/100 г	0,010	0,010
Метионин общий, г/100 г	0,203	0,020
Цистеин+Цистин общие, г/100 г	0,039	0,050
Метионин+Цистеин общие, г/100 г	0,060	0,050
Триптофан общий, г/100 г	0,119	0,110

Среди заменимых и условно незаменимых аминокислот в муке топинамбура преобладали аргинин и тирозин с концентрациями 0,062 и 0,047 г/100 г соответственно, что выше аналогичных значений в пшеничной муке, где они равнялись 0,055 и 0,035 г/100 г. Суммарное содержание серосодержащих аминокислот метионина и цистеина в муке топинамбура достигало 0,060 г/100 г, превышая показатель пшеничной муки, составлявший 0,050 г/100 г. Сумма ароматических аминокислот тирозина и фенилаланина в муке топинамбура равнялась 1,126 г/100г продукта. Содержание таурина в обоих образцах находилось ниже предела количественного обнаружения, составляющего 0,010 г/100 г что согласуется с представлениями о преимущественно животном происхождении данной сульфокислоты и её отсутствии в значимых количествах в растительном сырье.

Выявленный аминокислотный состав муки топинамбура, отличающийся высокой сбалансированностью, значительным содержанием дефицитных незаменимых аминокислот, в особенности валина и лейцина, а также повышенными концентрациями серосодержащих и ароматических соединений, свидетельствовал о её высокой биологической ценности и обусловливал перспективность применения в качестве обогащающего компонента в технологии хлебопекарных и мучных кондитерских изделий.

Выводы. Проведенные исследования позволяют заключить, что мука топинамбура представляет собой вид растительного сырья с уникальным химическим составом, принципиально отличающим ее от пшеничной муки, особенностью которой является высокая минеральная насыщенность при крайне низком содержании крахмала, что создает предпосылки для использования данного продукта в технологиях, направленных на снижение углеводной нагрузки и обогащение пищевых продуктов эссенциальными макро- и микроэлементами.

Установлено, что по содержанию калия, фосфора, кальция, магния, железа и кремния мука топинамбура многократно превосходит пшеничную, а ее витаминный

профиль, представленный пятью витаминами группы В и аскорбиновой кислотой, обеспечивает дополнительную нутритивную ценность. Выявленный аминокислотный состав отличается повышенными концентрациями лейцина, валина, фенилаланина, аргинина и тирозина, при этом суммарное содержание серосодержащих аминокислот также значимо выше, чем в муке пшеничной.

Совокупность полученных данных дает основание рассматривать муку топинамбура в качестве эффективного обогащающего ингредиента для хлебопекарной отрасли. Ее применение позволит не только расширить ассортимент изделий функциональной направленности, но и рационально использовать вторичные сырьевые ресурсы, что согласуется с современными принципами ресурсосбережения и импортозамещения в пищевой промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асякина, Л. К. Российский рынок функциональных продуктов питания для здорового образа жизни человека / Л. К. Асякина [и др.] // Социально-экономический и гуманитарный журнал. – 2022. – № 3. – С. 29–41. – DOI 10.36718/2500-1825-2022-3-29-41.

2. Бурматнов, В. В. Влияние обогащающего компонента на показатели качества хлеба ржаного из сеяной муки / В. В. Бурматнов, В. А. Лялин // Студенческий проект года 2025 : сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса (Петрозаводск, 21 мая 2025 года). – Петрозаводск : Новая Наука, 2025. – С. 114–121. – EDN SMBPVV.

3. Дулов, М. И. Органолептические показатели качества, химический состав и биологическая ценность хлеба из муки пшеничной первого сорта с применением муки для детского и диетического питания из биоактивированного зерна овса голозерного / М. И. Дулов // Приоритетные направления развития науки и образования : монография. – Пенза : "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 196-206. – EDN AJIXXP.

4. Ермош, Л. Г. Научно-практическое обоснование получения продуктов повышенной пищевой ценности с использованием клубней топинамбура : автореф. дис. … д-ра техн. наук / Л. Г. Ермош. – Красноярск, 2015. – 32 с.

5. Ермош, Л. Г. Технология хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов с использованием муки из топинамбура / Л. Г. Ермош, И. П. Березовикова // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 4 (27). – С. 11–17.

6. Сибилева, Д. В. Влияние растительных ингредиентов на хлебопекарные свойства пшенично-ржаного хлеба / Д. В. Сибилева, А. А. Черкасина, О. В. Евдокимова // Проблемы конкурентоспособности потребительских товаров и продуктов питания : материалы Международной научно-практической конференции (Курск, 12 апреля 2019 года). – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 286–289. – EDN COVNVE.

7. Старовойтов, В. И. Топинамбур – культура многоцелевого использования / В. И. Старовойтов [и др.] // Пищевая промышленность. – 2013. – № 4. – С. 22–25.

8. Таранова, Е. С. Выявление потребительских предпочтений к обогащенным хлебобулочным изделиям / Е. С. Таранова, О. В. Калмыкова, В. В. Бурматнов // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : сборник статей V Международной научно-практической конференции (Саратов, 05–06 марта 2025 года). – Пенза : Пензенский ГАУ, 2025. – С. 258–265. – EDN JYIRHS.

9. Тарасова, В. Хлебобулочные изделия функционального назначения / В. Тарасова, И. Матвеева, А. Нечаев // Хлебопродукты. – 2009. – № 6. – С. 54–55. – EDN MSXLUZ.

10. Фадеев, К. А. Исследование химического состава выжимок топинамбура с целью их использования в пищевых продуктах / К. А. Фадеев, Л. Г. Ермош, О. Я. Кольман // Ползуновский вестник. – 2024. – № 4. – С. 44–48. – DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.006. – EDN EQOQWT.

REFERENCES

1. Asyakina, L. K. The Russian market of functional food products for a healthy lifestyle / L. K. Asyakina [et al.] // Socio-economic and Humanitarian journal. – 2022. – No. 3. – pp. 29-41. – DOI 10.36718/2500-1825-2022-3-29-41.

2. Burmatnov, V. V. The influence of the enriching component on quality indicators of rye bread made from seeded flour / V. V. Burmatnov, V. A. Lyalin // Student project of the year 2025 : collection of articles of the International Research Competition (Petrozavodsk, May 21, 2025). – Petrozavodsk : New Science, 2025. – pp. 114-121. – EDN SMBPVV.

3. Dulov, M. I. Organoleptic quality indicators, chemical composition and biological value of bread made from wheat flour of the first grade using flour for baby and dietary nutrition from bioactivated grain of naked oats / M. I. Dulov // Priority areas of development of science and education : monograph. Penza : "Science and Enlightenment" (IP Gulyaev G.Yu.), 2020. pp. 196-206. – EDN AJIXXP.

4. Ermosh, L. G. Scientific and practical justification of obtaining products of increased nutritional value using jerusalem artichoke tubers : abstract of the dissertation of Doctor of Technical Sciences / L. G. Ermosh. – Krasnoyarsk, 2015. – 32 p.

5. Ermosh, L. G. Technology of bakery products from frozen semi-finished products using jerusalem artichoke flour / L. G. Ermosh, I. P. Berezovikova // Machinery and technology of food production. – 2012. – № 4 (27). – Pp. 11-17.

6. Sibileva, D. V. The influence of vegetable ingredients on the baking properties of wheat-rye bread / D. V. Sibileva, A. A. Cherkasina, O. V. Evdokimova // Problems of competitiveness of consumer goods and foodstuffs : proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Kursk, April 12, 2019). Kursk : Southwestern State University, 2019. pp. 286-289. EDN COVNVE.

7. Starovoitov, V. I. Jerusalem Artichoke – a culture of multipurpose use / V. I. Starovoitov [et al.] // Food industry. - 2013. – No. 4. – pp. 22-25.

8. Taranova, E. S. Identification of consumer preferences for fortified bakery products / E. S. Taranova, O. V. Kalmykova, V. V. Burmatnov // Food technologies of the future: innovations in the production and processing of agricultural products : collection of articles of the V International Scientific and Practical Conference (Saratov, 05-06 March 2025). – Penza : Penza State Agrarian University, 2025. – pp. 258-265. – EDN JYIRHS.

9. Tarasova, V. Bakery products of functional purpose / V. Tarasova, I. Matveeva, A. Nechaev // Bakery products. - 2009. – No. 6. – pp. 54-55. – EDN MSXLUZ.

10. Fadeev, K. A. Investigation of the chemical composition of jerusalem artichoke pomace for the purpose of their use in food products / K. A. Fadeev, L. G. Ermosh, O. Ya. Kolman // Polzunovsky bulletin. – 2024. – No. 4. – pp. 44-48. – DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.006. – EDN EQOQWT.

УДК 663.4 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-43-50

Совершенствование рецептур безалкогольной продукции

Improving the formulations of non-alcoholic products

Профессор И.В. Черемушкина, доцент Ю.И. Слепокурова, Доцент О.В. Осенева, доцент И.А. Сухарева,
Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра торгового дела и товароведения, тел. 8-905-911-19-47, irinacher2010@yandex.ru.

Professor I.V. Cheremushkina , Associate Professor Y.I. Slepokurova, Associate Professor O.V. Oseneva, Associate Professor I.A. Sukhareva
Voronezh State University of Engineering Technologies, Department of Trade and Commodity Science, tel. 8-905-911-19-47, irinacher2010@yandex.ru.

Аннотация. Если питательные вещества и витамины будут поступать в организм достаточно для полноценной деятельности, то человек будет энергичным, повысится его общий настрой, станет реже болеть, жизнь приобретет другую окраску, соответственно, увеличится и ее продолжительность. продукция с применением ГФС из топинамбура, якона и сорго, которого нет в ассортиментном портфеле предприятия. Перспективное сырье для производства различных пищевых добавок, в том числе инулина, — топинамбур (земляная груша), содержание данного полисахарида в котором составляет 35 % на сухое вещество.

Abstract. If the body receives enough nutrients and vitamins for proper functioning, the person will be energetic, their overall mood will improve, they will get sick less often, and their life will take on a different color, resulting in an increase in its duration. Products using GFS from Jerusalem artichoke, yacon, and sorghum, which are not included in the company's product portfolio. A promising raw material for the production of various food additives, including inulin, is Jerusalem artichoke (ground pear), which contains 35% of this polysaccharide in dry matter.

Ключевые слова: Глюкозо-фруктозный сироп из топинамбура настой цитрусовых корок апельсина, лимона, лайма; облепиховое масло, настой мяты, мелиссы; экстракт зеленого чая, функциональная продукция.

Keywords: Glucose-fructose syrup from jerusalem artichoke, infusion of citrus peels of orange, lemon, lime; sea buckthorn oil, infusion of mint, lemon balm; green tea extract, functional products.

В деятельности предприятий пищевой промышленности выделяют различные виды усовершенствований, основная роль из которых отводится на технологические, которые в свою очередь подразделяются на: - продуктовые, которые реализуются в виде новых или усовершенствованных продуктов с принципиально новыми характеристиками; - процессные, которые реализуются в виде технологически нового либо усовершенствованного производственного метода.

Разработка продуктовых усовершенствований включает осуществление и внедрение технологически новых и улучшенных видов продукции, которые имеют новые технологические характеристики, отличаются функциональными признаками, имеют новый функциональный состав, производятся по принципиально новым технологиям на инновационном оборудовании. Продукция является технологически улучшенной, если у имеющегося продукта изменяются в сторону улучшения качественные характеристики, и за счет использования более эффективных компонентов и материалов повышается эффективность производства.

© И.В. Черемушкина, Ю.И. Слепокурова, О.В. Осенева, И.А. Сухарева, 2026

В результате анализа можно отметить более высокую долю предприятий, внедряющих технологические инновации. Современные продуктовые и процессные усовершенствования становятся все более необходимыми, так как именно они определяют первичную конкурентоспособность продукции отрасли.

Использование доступных для предприятий инноваций, уровень и возможность внедрения, а также степень эффективности их использования определяются различными условиями. Анализ представленной информации показывает необходимость разработки и развития рынка продукции полезной для здоровья и предназначенной для людей с различными заболеваниями и социальными возможностями. Поэтому современное состояние рынка безалкогольных напитков РФ переживает глобальные изменения, как в актуальной структуре ассортимента, потребительских свойствах продукции, так и в необходимых объемах производства. Наблюдается важная тенденция, которая показывает уменьшение потребления и спроса на напитки на искусственных ароматизаторах, эссенциях и красителях и наоборот стремительное увеличение потребности в продукции полезной для здоровья – специального назначения. Основная проблема данного сегмента рынка заключается в необходимости поиска сырья российских производителей (импортозамещение), позволяющего получать продукцию с высокими потребительскими характеристиками. Важным моментом является то, что использование отечественных ингредиентов позволяет производителям инновационных изделий обеспечить стабильную поставку и относительное постоянство в ценовом секторе на используемые рецептурные компоненты. При формировании продуктовых инноваций использовались следующие основные подходы, характеризующие рынок инновационной пищевой продукции (рисунок 1). Одной из приоритетных задач Стратегии действий в интересах граждан старшего поколения в Российской Федерации до 2025 г. является обеспечение нуждающихся граждан старшего поколения высококачественным сбалансированным питанием с учетом рациональных норм потребления пищевых продуктов [1].



Рис. 1. Современные подходы по формированию инновационных продуктов на отраслевых предприятиях

Крупные успешные компании знают, что для того, чтобы их продукция была востребована на рынке, инновации, внедряемые в производство, должны отражать то, что хочет потребитель. Тренды мирового рынка безалкогольных напитков следующие представлены в таблице 1.

Таблица 1

Анализ современных безалкогольных напитков

Тренды	Характеристика
Замена сахара	Исследования по альтернативе сахара неуклонно растут, и это продолжается уже в течение последних 20 лет. Производители газированных напитков, соков, энергетиков и функциональных напитков стремительно увеличивают ассортимент продукции без добавленных сахаров. Из последних запусков таких продуктов: Brisk Zero Sugar Lemon, Space Grapefruit lemonade от российского производителя, линейка Junior от «Абрау-Дюрсо» на основе натурального винограда и другие.
Экологичность	В 2020 г. всемирный индекс устойчивости присвоил индустрии напитков 4,8 балла из 10, заявив, что отрасль значительно отстает от других. Опрос, проведенный аналитиками Statista в 2021 г показал, что 20% представителей молодого поколения перед покупкой рассматривают, насколько экологичны напитки. В исследовании Центра устойчивого бизнеса Стерна Нью-Йоркского университета, также говорилось, что продукты, позиционируемые как экологичные, росли в 5,6 раза быстрее, чем те, которые не были таковыми.
Рост интереса к безалкогольным коктейлям.	В 2022 году мировой объем инвестиций в безалкогольные коктейли составил более 500 млн долларов США. По данным поисковых систем, стабильно растет интерес потребителей к безалкогольным вариантам пива и вина. Кроме того, молодое поколение все чаще делает выбор в пользу здоровых вариантов напитков, а некоторые компании выпускают безалкогольное пиво как природный изотоник, полезный для баланса жидкости и электролитов в организме при физических нагрузках.
Замена кофе	Западный потребитель ищет замену кофе в альтернативных энергетических напитках, отмечая, что, несмотря на позитивный тонизирующий эффект кофе, есть и негативные – вроде беспокойства, бессонницы, дрожи. Все это дает возможности для развития вариантов тонизирующих напитков на основе инновационных рецептур.
Функциональные напитки: для здоровья и иммунитета.	Одним из быстрорастущих направлений не только в мире, но и в России является комбуча – напиток на основе чайного гриба. Другие ферментированные и пробиотические напитки также находятся в тренде. Например, набирают популярность напитки, которые содержат разнообразные пробиотические штаммы, которые помогают укрепить иммунную систему и улучшить пищеварение.

Основной вклад в увеличение объема рынка сладких безалкогольных газированных напитков в России в 2025 г. вносит именно продукция российских производителей. По рассмотренным индикаторам в структуре рынка сладких безалкогольных газированных напитков долевой показатель импортных сладких безалкогольных газированных напитков продемонстрировал корректировку. Рекордный рост, был прежде всего связан с тем, что игроки рынка начали активное замещение брендов, ушедших из страны. Рынок безалкогольных напитков также характеризуется высоким уровнем конкуренции. В России реализуются как напитки зарубежного, так и отечественного производства. При этом, как показало исследование, более 60% потребителей предпочитают локальные бренды. При этом нельзя сказать, что рынок близок к насыщению, поскольку постоянно выводятся

новые линейки как газированных, так и негазированных напитков, напитков без содержания сахара, витаминизированных напитков, так называемых функциональных напитков (фитнес-напитки) и пр. Тенденции продуктовых инноваций можно разделить на несколько категорий (рисунок 2).



Рис. 2. Основные направления продуктовых инноваций.

Безалкогольная промышленность в России – одна из наиболее динамично развивающихся сегментов потребительского сектора. Сравнительный анализ производства функциональных и классических безалкогольных напитков показывает:

- недостаточные объемы (низкий уровень предложений) производства изделий лечебных, профилактических и функциональных видов, которые составляют 8-10% от общего объема производства безалкогольных напитков [2].

- необеспеченность спроса населения продукцией ЗОЖ.На сегодняшний день данный сегмент рынка составляет 1,5% от общего объема напитков [2,3].

Безалкогольная промышленность в России – одна из наиболее динамично развивающихся сегментов потребительского. Исходя из сложившейся ситуации, на рынке безалкогольной продукции следует выделить основные направления высокотехнологичного развития предприятия, представленные на рисунке 3 [4].



Рис. 3. Основные направления высокотехнологичного развития предприятия

Инновации требуют эффективного управления с целью получения максимальной прибыли для предприятия, а не только значительных вложений в себя [3]. Здоровый образ жизни — комплексное понятие, охватывающее все сферы человеческого существования — начиная от питания и распорядка дня и заканчивая морально-психологическим состоянием человека. Все его основные составляющие объединяет центральная установка — направленность на профилактику болезней и укрепление здоровья (таблица 2 [5]. По оценкам медиков здоровье людей лишь на 10% зависит от системы здравоохранения.

Таблица 2

Основные составляющие здорового образа жизни

Основные составляющие	Описание
Рациональное питание	Крайне важно соблюдение культуры питания — оно должно быть сбалансированным и соответствующим физиологически потребностям конкретного человека
Активный образ жизни	Жизнь человека должна быть физически активной и включать в себя специальные физические упражнения (например, йога или гимнастика). Конечно же, с учетом возрастных и физиологических особенностей
Личная гигиена	Обязательно соблюдение правил личной и общественной гигиены
Отказ от вредных привычек	Употребление веществ и продуктов, наносящих вред здоровью, даже при однократном употреблении может привести к серьезным нарушениям в организме
Четкий распорядок дня	В режиме человека должны найти отражение все стороны его жизнедеятельности: учеба (работа) и сон, занятия своим здоровьем и досуг, выполнение своих обязанностей в семье и свободное время, время на самоподготовку (выполнение домашних заданий) и встречи с друзьями
Окружающая среда	Должна быть безопасной и благоприятной для обитания, а человек должен быть проинформирован о влиянии окружающих предметов на здоровье

Именно образ жизни имеет наибольшую степень влияния — 50%. Остальные

40% поровну поделены между наследственностью и влиянием окружающей среды.

Правильное питание – основа здорового образа жизни. И если питательные вещества и витамины будут поступать в организм достаточно для полноценной деятельности, то человек будет энергичным, повысится его общий настрой, станет реже болеть, жизнь приобретет другую окраску, соответственно, увеличится и ее продолжительность [8].Главным направлением высокотехнологичного развития безалкогольной промышленности выступает совершенствование имеющихся рецептур и разработка новых продуктов, представленных на рисунке 4.

В настоящее время потребители все больше внимания уделяют вопросам здорового питания, являющегося залогом благополучной жизни. Такая тенденция давно существует в мире, и российский покупатель к ней присоединяется [6,7].



Рис. 4. Совершенствование рецептур безалкогольной продукции ООО «ПКЗ»

Исходя из перечисленных направлений развития предприятия, более эффективным и менее затратным способом улучшения деятельности ООО «ПКЗ» является внедрение высокотехнологичного продукта в производство. Инновационные ингредиенты в традиционных продуктах питания представлены в таблице 3. Одним из таких продуктов является продукция с применением ГФС из топинамбура, якона и сорго, которого нет в ассортиментном портфеле предприятия. Перспективное сырье для производства различных пищевых добавок, в том числе инулина, — топинамбур (земляная груша), содержание данного полисахарида в котором составляет 35 % на сухое вещество [9].

Сироп тростника сорго – отличный натуральный заменитель сахара, на 50 % состоящий из фруктозы и олигосахаридов, не повышающий уровень сахара, но способный повысить уровень гемоглобина.

Таблица 3

Функциональные ингредиенты в традиционных продуктах питания

Наименование изделия	Функциональные рецептурные компоненты (составляющие)
На плодово-ягодном сырье:	
«Журавинка»	Сок клюквенный, экстракт из смеси сухого измельченного пряно-ароматического сырья
«Зарядье»	Сок виноградный, экстракт из смеси сухого измельченного пряно-ароматического сырья
«Ароматный»	настой цитрусовых корок апельсина, лимона, лайма; облепиховое масло
«Чайная коллекция»	настой мяты, мелиссы; экстракт зеленого чая
Специального назначения:	
«Полезный»	Глюкозо-фруктозный сироп из топинамбура
«Здравень»	Глюкозо-фруктозный сироп из якона

В сиропе топинамбура инулин может быть получен в различных формах: со средней степенью полимеризации DP 10–12; с короткой цепью фракций (DP 2–10) и высокополимеризованный инулин (HP) с DP выше 20. Небольшая инулинная олигомерная смесь с DP <10 часто обозначается олигофруктозой или короткой цепью фруктоолигосахаридов (ФОС). Они не попадают в кровь и тем самым не повышают уровень сахара и не оказывают вредных влияний на организм. Поэтому ее рекомендуют при сахарном диабете.

Предложенная функциональная продукция является целесообразной для профилактики различных заболеваний. Инновационные виды изделий расширяют ассортимент функциональной продукции в рамках деятельности ООО «ПКЗ». В заключении можно сделать вывод о том, что применение инструментов совершенствования управления ассортиментом на основе производства инновационной продукции окажет положительное влияние на совершенствование социально – экономического развития в условиях выпуска ФПП в рамках производственной деятельности объекта исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубев, В. С. Здоровое питание: восприятие, динамика, популяризация / В. С. Голубев, М. И. Беркович // Теоретическая экономика. – 2020. – № 3 (63). – С. 98–104.

2. Кондратьева, М. С. Идентификация потребительских свойств газированных безалкогольных напитков / М. С. Кондратьева, И. Ю. Резниченко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. – № 1 (60). – С. 85–91.

3. Cheremushkina I.V., Oseneva O.V., ApalikhinaO.A. Innovation and technological development of the feed industry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – pp. 062052.

4. Apalikhina O.A., Lytkina L.I., Cheremushkina I.V., Alekseeva T.V., Ilyna N.M., Larina L.I. Methods for studying the quality of feed briquettes and their components В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials (P2ARM 2021). 2022. С. 012126.

5. Черемушкина И.В., Особенности потребления безалкогольных сокосодержащих напитков функционального назначения и их роль в питании

человека / Черемушкина И.В., Осенева О.В., Сухарева И.А.// Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2025. № 1. С. 40-52.

6. Логвинчук, Т. М. Теоретическое обоснование разработки функциональных растворимых напитков на основе цикория и других видов фитосырья в качестве источника биологически активных веществ / Т. М. Логвинчук, В. Ф. Добровольский // Ползуновский вестник. – 2019. – № 3. – С. 49–51.

7. Степакова, Н. Н. Растительное сырье дальневосточного региона как источник биологически активных веществ / Н. Н. Степакова, Т. Ф. Киселева, Н. В. Шкрабтак, Н. А. Фролова // Пищевая промышленность. – 2020. – № 3. – С. 16–21.

8. Бакин, И. А. Проектирование рецептур безалкогольных напитков на основе фитоэкстрактов ягод черной смородины / И. А. Бакин, А. С. Мустафина, Л. А. Алексенко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2019. – № 2. – С. 37–50.

9. Теоретико-методологические аспекты организации проектного менеджмента в условиях нестабильности экономической конъюнктуры рынка АПК РФ Котарев А.В., Слепокурова Ю.И., Шайкин Д.В., Куксин С.В., Котарева А.О. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 103. С. 61-70.

REFERENCES

1. Golubev, V. S. Healthy Nutrition: Perception, Dynamics, and Popularization / V. S. Golubev, M. I. Berkovich // Theoretical Economics. – 2020. – No. 3 (63). – Pp. 98–104.

2. Kondratyeva, M. S. Identification of Consumer Properties of Carbonated Soft Drinks / M. S. Kondratyeva, I. Yu. Reznichenko // Technology and Commodity Science of Innovative Food Products. – 2020. – No. 1 (60). – Pp. 85–91.

3. Cheremushkina I.V., Oseneva O.V., ApalikhinaO.A. Innovation and technological development of the feed industry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – pp. 062052.

4. Apalikhina O.A., Lytkina L.I., Cheremushkina I.V., Alekseeva T.V., Ilyna N.M., Larina L.I. Methods for studying the quality of feed briquettes and their components В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials (P2ARM 2021). 2022. С. 012126.

5. Cheremushkina I.V., Features of consumption of non-alcoholic juice-containing drinks of functional purpose and their role in human nutrition / Cheremushkina I.V., Oseneva O.V., Sukhareva I.A.// Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products. 2025. No. 1. pp. 40-52.

6. Logvinchuk, T. M. Theoretical justification for the development of functional soluble beverages based on chicory and other types of phytochemicals as a source of biologically active substances / T. M. Logvinchuk, V. F. Dobrovolsky // Polzunovsky Bulletin. – 2019. – No. 3. – pp. 49-51.

7. Stepakova, N. N. Vegetable raw materials of the Far Eastern region as a source of biologically active substances / N. N. Stepakova, T. F. Kiseleva, N. V. Shkrabtak, N. A. Frolova // Food industry. – 2020. – No. 3. – Pp. 16–21.

8. Bakin, I. A. Design of formulations of non-alcoholic beverages based on phytoextracts of black currant berries / I. A. Bakin, A. S. Mustafina, L. A. Aleksenko // Storage and processing of agricultural raw materials.

9. Theoretic and methodological aspects of project management organization in the conditions of instability of the economic situation of the APK market of the Russian Federation Kotarev A.V., Slepokurova Yu.I., Shaykin D.V., Kuksin S.V., Kotareva A.O. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2023. No. 103. Pp. 61-70.

УДК [641.1+664]:573.6 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-51-57

Исследования и актуализация разработки злаковых батончиков функционального назначения с использованием яблочного пюре

Research and Development of Functional Cereal Bars Using Apple Puree

Доцент С.О. Некрасова, доцент Ф.Н. Меретукова, магистрант Д. Д. Афанасов,
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кафедра технологии пищевых продуктов и организации питания, тел. 8-918-227-62-99, nekrasovas61@mail.ru

Associate Professor S.O. Nekrasova, associate professor F.N. Meretukova, master's student D.D. Afanasov,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Maikop State Technological University," Department of Food Technology and Catering, tel. 8-918-227-62-99, nekrasovas61@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос разработки рецептуры и технологии производства злаковых батончиков функционального назначения с использованием пюре яблок, как связующего элемента. При проектировании рецептуры и технологии производства произведен обзор научно-технической, патентной литературы, проведен опрос потребителей по выявлению состава и направления пищевой и энергетической ценности разрабатываемого продукта. Данное научное исследование направлено на разработку натурального общеукрепляющего, обладающего сбалансированным витаминно-минеральным комплексом снека, не содержащего искусственных добавок, имеющего удобную упаковку для переноса и хранения. Объектами исследования послужило растительное сырье, выращиваемое на территории Республики Адыгея. В целях повышения эффективности производства разрабатываемой продукции определено его производство из региональных продуктов, что не только повышает интерес покупателей к этим продуктам, но обусловливает снижение его себестоимости. Научно обосновано и экспериментально подтверждено применение яблочного пюре в технологии производства злаковых батончиков как основного связующего элемента, благодаря высокому содержанию пектиновых веществ. Научно обосновано использование пшеничных и овсяных хлопьев, плодов облепихи, калины, тыквы местного происхождения при производстве злаковых батончиков в целях повышения пищевой ценности и придания продуктам функциональной направленности.

Abstract. This article examines the development of a recipe and production technology for functional cereal bars using apple puree as a binding element. When developing the recipe and production technology, a review of scientific, technical, and patent literature was conducted, and a consumer survey was conducted to identify the composition and direction of the nutritional and energy value of the product being developed. This scientific study is aimed at developing a natural, tonic snack with a balanced vitamin and mineral complex, free of artificial additives, and in convenient packaging for transportation and storage. The study focused on plant materials grown in the Republic of Adygea. To improve production efficiency, it was decided to manufacture the product from regional ingredients, which not only increases consumer interest in these products but also reduces their cost. The use of apple puree in cereal bar production technology as the main binding element, due to its high pectin content, is scientifically substantiated and experimentally confirmed. The use of locally sourced wheat and oat flakes, sea buckthorn, viburnum, and pumpkin in the production of cereal bars has been scientifically substantiated to enhance the nutritional value and add functionality to the products.

Ключевые слова: яблочное, тыквенное, пюре, злаки, батончики, пшеничные, овсяные, хлопья, ягоды, семена.

© С.О. Некрасова, Ф.Н. Меретукова, Д. Д. Афанасов, 2026

Key words: apple, pumpkin, puree, cereals, bars, wheat, oatmeal, flakes, berries, seeds

Ускоренный ритм жизни современного общества, диктует необходимость расширения линейки готовой продукции, быстро утоляющей голод между основными приемами пищи. По рекомендациям диетологов, для поддержания нормального веса, пищеварения и обмена веществ большое значение имеет организация перекусов между основными приемами пищи, которые, прежде всего, дают энергетическую подпитку и упрощают соблюдение режима питания в течение дня. Это продукция получила определение снековой [1].

К перекусам, прежде всего, можно отнести продукцию удобную для транспортировки, небольших размеров, длительного хранения, не содержащую простых углеводов, но насыщающую организм необходимой энергией, как, например, мюсли, которые впервые появились в 1863 году, когда доктор Джеймс Джексон представил прессованные отруби в форме плитки – гранола [2].

Сегодня снековая продукция пользуется особым вниманием у школьников и подростков. Однако, такие перекусы не приносят пользы для здоровья потребителей и особенно подрастающего поколения [3]. Следует отметить, что если за рубежом эта продукция представлена в широком ассортименте, то в России она представлена в недостаточной степени в направлении своей функциональности и биологической ценности. При выборе этой продукции потребитель, в первую очередь, обращает внимание на ингредиенты, которые входят в его состав и определяют безопасность и пищевую ценность продукта.

Злаковые батончики – оптимальный выбор для студентов и офисных работников, но особенно они рекомендованы тем, кто часто прибегает к физическим нагрузкам – спортсменам, постоянным посетителям фитнес-клубов, людям, работающим на свежем воздухе. Поскольку недостаток биологически важных веществ приводит к снижению работоспособности, повышению утомляемости и нарушениям иммунного статуса, возникает необходимость коррекции питания путем насыщения организма эссенциальными макро и микронутриентами в том числе за счет повышения функциональности снековой продукции и снижения ее себестоимости. Проведенный патентный поиск позволяет сделать выводы о том, что существует широкая линейка ассортимента злаковых батончиков как по составу, так и по способу производства и своим пищевым характеристикам. В ассортименте также представлены батончики специализированного питания для лиц, работающих во вредных условиях. Однако недостаточно внимания уделено разработке и использованию функциональных продуктов на предприятиях общественного питания и предприятиях индустрии гостеприимства.

Несмотря на многообразие рецептур и технологий производства злаковых батончиков функционального назначения, актуальна разработка полезного продукта из злаков и растительного сырья, произрастающего в Республике Адыгея, который основан на гастрономических особенностях региона. Помимо гастрономического интереса, такой продукт полезен и по содержанию пищевых веществ, позволяя получить перекус и сбалансированный набор основных жизненно важных нутриентов. Анализ ассортимента снековой продукции позволил обосновать целесообразность разработки и внедрения многокомпонентных полифункциональных злаковых батончиков. Причем, в рецептуре злаковых батончиков связывающим компонентом является яблочное пюре. Яблоки содержат антиоксиданты, которые помогают справляться со стрессовыми ситуациями, улучшают работу мозга и укрепляют сердечно-сосудистую систему. В яблоках содержатся яблочная, борная, салициловая и лимонные кислоты, улучшающие пищеварение, стимулирующие выработку желчи и желудочного сока. Помимо этого, растительные клетки фруктов являются натуральным сорбентом, который выводит

из организма яды. Клетчатка, содержащаяся в яблоках, стимулирует перистальтику кишечника, улучшая пищеварение [4].

Цель работы – разработка рецептуры и технологии производства злаковых батончиков с использованием яблочного пюре функционального назначения.

Объекты и методы исследования. Согласно ГОСТ Р 52349-2005 к функциональным пищевым продуктам следует относить продукты, систематически употребляемые всеми возрастными группами, обладающими определенными свойствами, которые снижают риски развития заболеваний, обусловленных питанием за счет наличия в составе функциональных пищевых ингредиентов. Обогащенный пищевой продукт определяется как продукт, получаемый добавлением одного или нескольких функциональных пищевых ингредиентов в целях устранения дефицита питательных веществ. Объектами исследований при выполнении экспериментальной части работы послужили злаки, растительное сырье, выращиваемое на территории Республики Адыгея. Исходя из химического состава сырья и его биологической совместимости, было проведено детальное исследование для определения наиболее подходящих ингредиентов для разработки технологии и рецептуры злаковых батончиков. Были выбраны следующие ключевые компоненты: яблоки, тыква, плоды облепихи, калины, семена тыквы, подсолнечника, льна, измельченные грецкие орехи, натуральный мед. Республика Адыгея, по своим почвенно-климатическим условиям и историческим традициям, один из ведущих регионов по производству плодов, в том числе яблок осенних и зимних сортов. Содержание пектиновых веществ в яблоках позднего сроков созревания колеблется в пределах от 1,36 до 1,72%. Как известно, пектин является природным полисахаридом, который обладает рядом ценных свойств. Прежде всего, следует отметить его комплексообразующую способность, которая заключается в способности выводить из организма человека соли тяжелых металлов, радионуклиды и другие токсические вещества. Во-вторых, студнеобразующую способность, на которой основано его применение как пищевого структурообразователя [5].

Тыква, произрастающая на территории региона, обладает приятным сладким вкусом и насыщенным оранжевым цветом. Она ценится не только за вкус, но и за высокое содержание бета-каротина, который необходим для поддержания хорошего зрения и укрепления иммунитета. Адыгейская тыква – настоящий кладезь полезных веществ, особенно витаминов группы В (B_1, B_2, B_3, B_5, B_6 и B_9). Эти витамины играют ключевую роль в поддержании здоровья, участвуя в обмене веществ, улучшая состояние кожи и волос, и обеспечивая нормальную работу нервной системы. Помимо этого, в тыкве содержатся витамины С, Е и К. Благодаря высокому содержанию магния и других минералов, употребление адыгейской тыквы может способствовать снижению уровня стресса, расслаблению мышц и улучшению общего самочувствия. Расчет энергетической ценности продукта производили по справочным данным и таблицам для 100 г готового продукта с учетом потерь при различных технологических операциях. Исследования предпочтений и мотивации потребителей города Майкопа при покупке функциональных злаковых батончиков в предприятиях общественного питания и индустрии гостеприимства проводили путем социологического опроса с применением анкетирования с использованием google форм и разработанных опросных листов. Определение витаминов B_1 осуществляли с помощью анализатора жидкости «Флюорат-02-3М», СИ/ Флюорат – 02, который осуществлял детектирование флюоресценции после химической реакции для определения тиамина. Подготовку проб осуществляли согласно ГОСТ 29138-91 Мука, хлеб и хлебобулочные изделия пшеничные витаминизированные. Методы определения витамина B_1 (тиамина).

Определение витамина С осуществляли с помощью хроматографа жидкостного, Agilent 1200. Подготовку проб производили в соответствии с ГОСТ Р ЕН 14130-2010

«Продукты пищевые. Определение витамина С с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии». В качестве основных методов физического анализа использовались методы определения сухих веществ и активной кислотности. Была определена активная кислотность готовой продукции. За результат анализа принимали среднеарифметическое значение двух параллельных измерений. Определение активной кислотности проводили с помощью Ph- метра. Для определения сухих веществ готовой продукции использовался сушильный шкаф лаборатории кафедры пищевых продуктов и организации питания ПЭ 4610. Сущность метода заключается в высушивании анализируемой пробы продукта при определенной температуре и вычислении потери массы по отношению к массе анализируемой пробы до высушивания. Длительность высушивания составляла 50 мин. согласно ГОСТ 5900-73 Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. Исходя из анализа патентной литературы, нами сделано заключение о целесообразности использования пюре яблок в качестве связующего элемента. Яблоки содержат в большом количестве антиоксиданты, которые помогают справляться со стрессовыми ситуациями, улучшают работу мозга и укрепляют сердечно-сосудистую систему. Антиоксиданты, присутствующие в яблоках, оказывают защитное действие на легкие, предотвращая их повреждение, вызванное воспалением и свободными радикалами. Тыква настоящий кладезь полезных веществ, особенно витаминов группы В (B_1, B_2, B_3, B_5, B_6 и B_9). Эти витамины играют ключевую роль в поддержании здоровья, участвуя в обмене веществ, улучшая состояние кожи и волос, и обеспечивая нормальную работу нервной системы. Помимо этого, в тыкве содержатся витамины С, Е и К. Благодаря высокому содержанию магния и других минералов, употребление тыквы может способствовать снижению уровня стресса, расслаблению мышц и улучшению общего самочувствия. Тыква – это не только вкусный, но и полезный продукт. Её низкая калорийность (около 26 ккал на 100 г) делает её привлекательной для людей, контролирующих вес.

Плоды облепихи и калины содержат высокое количество витамина С, норма которого в сутки для человека составляет от 70 до 150 мг, что составляет 50-100 грамм облепихи. Витамин С, содержащийся в облепихе, повышает эластичность сосудов и уменьшает риск их разрыва, способствуя уменьшению возможности кровоизлияния. Значение калины обусловлено полезными свойствами плодов, содержащих больше витаминов, чем многие другие плодовые культуры [6]. Экспериментальные варианты состава композиции злакового батончика функциональной направленности представлены в таб. 1.

Таблица 1

Разработка рецептуры злакового батончика с использованием яблочного пюре

Наименование	Рецептура, %										
	Вариант										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Пшеничные хлопья	30	25	20	15	20	15	20	10	15	20	35
Овсяные хлопья	20	15	20	25	15	15	30	10	25	40	35
Яблоки	20	15	30	20	25	30	20	40	30	15	20
Облепиха	10	10	15	5	10	20	30	10	20	5	5
Калина	10	5	15	10	10	10	-	15	10	5	5
Семя тыквы	4	8	-	4	4	4	-	4	-	4	-
Семя подсолнечника	4	4	-	4	4	4	-	4	-	4	-
Семя льна	-	4	-	4	4	-	-	4	-	4	-
Грецкие орехи	2	8	-	8	4	-	-	-	-	-	-
Мед	2	6	-	5	4	2	-	3		3	-
Итого	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

В результате проведенных исследований было подготовлено 11 образцов злакового батончика, с различным процентным составом выбранных ингредиентов.

Разработка рецептуры злакового батончика с использованием яблочного пюре и тыквы представлено в таб. 2

Таблица 2

Разработка рецептуры злакового батончика с использованием яблочного и тыквенного пюре

Наименование	Рецептура, %										
	Вариант										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Пшеничные хлопья	30	25	20	15	20	15	20	10	15	20	35
Овсяные хлопья	20	15	20	20	15	15	30	10	25	20	30
Яблоки	20	15	30	20	25	30	20	40	20	15	15
Облепиха	5	5	15	10	10	10	20	10	20	5	-
Калина	5	5	10	5	5	5	-	10	10	5	-
Пюре тыквы	10	15	5	10	5	15	10	5	10	20	10
Семена тыквы	5	4	-	4	4	5	-	4	-	4	4
Семя подсолнуха	5	4	-	3	4	5	-	4	-	4	-
Семя льна	-	4	-	4	4	-	-	4	-	4	4
Мед	-	4		4	4			3	-	3	2
Грецкие орехи	-	4	-	4	4	-	-	-	-	-	-
Итого	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

В работе широко использовались методы обработки экспериментальных данных. Моделирование процессов осуществляли в зависимости от основных факторов, наиболее сильно оказывающих влияние на исследуемый процесс.

Экспериментально проведенные физико-химические исследования представлены в таб. 3.

Таблица 3

Физико-химические показатели исследуемых образцов злаковых батончиков

Физико-химические показатели	
Батончик с яблочным пюре	Батончик с яблочным и тыквенным пюре
Витамин С, мг	
100	100
Витамин B_1, мг	
1	1
Активная кислотность, в °	
3,6	3,2
Сухие вещества, в %	
84	88

По результатам проведенных исследований можно констатировать, что употребление в сутки 100 г батончика с использованием яблочного пюре покрывает норму потребления витамина B_1(тиамина). Тиамин входит в состав ферментов важных для обеспечения углеводного и энергетического обмена. Играет главенствующую роль в превращении глюкозы в другие сахара. Кроме того, тиамин участвует в передаче нервного импульса, регулирует перенос натрия и оказывает антиоксидантное действие. При его недостатке происходит нарушение метаболизма

углеводов, что способствует избыточному накоплению в организме жира, а также приводит к нарушениям нервной, пищеварительной и сердечно-сосудистой систем.

Батончик с использованием яблочного пюре относится к функциональным также по содержанию витамина С. Витамин С является основным антиоксидантом организма. Этот водорастворимый витамин участвует в формировании коллагена и гормона «серотонина», регулирует обмен веществ, благотворно влияет на процессы кроветворения, восстанавливает полноценные функции щитовидной и поджелудочной желез, улучшает отделение желчи, предотвращает атеросклероз.

Витамин Е в составе батончиков с использованием яблочного составляет порядка 30% суточной нормы. Основная функция жирорастворимого витамина Е заключается в его антиоксидантной направленности и поддержании иммунной системы.

Батончик с использованием пюре яблок и тыквы в 100 г содержит суточную норму потребности в марганце, который участвует в образовании соединительной ткани, входит в состав ферментов, синтезирующих нуклеопротеиды и холестерин. При недостаточном потреблении марганца наблюдается повышенная хрупкость костной ткани, происходят нарушения углеводного и липидного обмена. Данный злаковый батончик также содержит 50 % суточной нормы меди и 32 % магния. Недостаток меди в организме проявляется в нарушении сердечно-сосудистой системы и в формировании скелета. Недостаток магния способствует развитию гипертонии и болезней сердца.

Употребление 100 г разработанных функциональных зерновых батончиков с использованием яблочного пюре соответствует рекомендуемой норме физиологической потребности организма в витамине С и B_1 соответствует суточной потребности. По содержанию витамина С следует отнести к продуктам, способствующим защите клеток от окислительного стресса, нормализации образования коллагена и улучшающего работу кровеносных сосудов. по содержанию витамина B_1 следует отнести к продуктам, способствующим нормализации энергетического обмена.

Выводы. Разработан способ производства поливитаминных и полиминеральных снеков с использованием натуральных экологически чистых региональных продуктов, без сахара и искусственных добавок. Научно обосновано и экспериментально подтверждено применение яблочного пюре в технологии производства злаковых батончиков как основного связующего элемента, благодаря высокому содержанию пектиновых веществ. Научно обосновано использование пшеничных хлопьев, овсяных хлопьев, плодов облепихи, калины, тыквы местного происхождения при производстве функциональной снековой продукции – злаковых батончиков в целях повышения качества и пищевой ценности, а также придания продуктам функциональной направленности.

ЛИТЕРАТУРА

1.Титоренко, Е. Ю. Снековые батончики - новый способ перекуса. В Инновации в пищевой биотехнологии. 2021 (с. 128-129).

2. Ананьева, О. В., Винницкая, В. Ф., & Акишин Д. В. (2019). Технология производства функциональных снеков из местного фруктового и овощного сырья. В Импортозамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья (с. 422-426). Изд-во ТГТУ. Бизнес пищевых ингредиентов. (2021), 1(82), 18-19.

3. Албычева, Л. А. Разработка ассортиментной линейки снековых батончиков для питания детей подросткового возраста: прогнозирование качества, проектирование рецептур, потребительские свойства. Дис. на соиск уч. ст. кан. тех.

наук. Воронеж, ФГБОУВО «ВГУИТ». 2022. – 247 с.

4. Некрасова, С. О., & Сафарян, Дж. С. Разработка рецептуры и технологии злаковых батончиков функционального назначения с использованием яблочного пюре. В Аграрная наука- сельскому хозяйству. 2021 (с. 422-424). Издательство «Магарин Олег Григорьевич».

5. Конюхова, О. М., & Меркушева, Н. Н. (2021). Изучение состава биологически активных веществ в дикорастущих ягодах VACCINIUM в зависимости от условий хранения. Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: лес, экология, природопользование, 3(51), 100-108.

6. Нилова, Л. П., & Кораблева, В. И. (2021) Влияние структурообразователей на формирование сиропа – связки для зерновых батончиков. В Фундаментальные и прикладные исследования в области управления экономики и торговли (с. 616-620). Политех-Пресс.

REFERENCES

1. Titorenko, E. Yu. Snack bars - a new way to snack. In: Innovations in Food Biotechnology. 2021 (pp. 128-129).

2. Ananyeva, O. V., Vinnitskaya, V. F., & Akishin, D. V. (2019). Technology of production of functional snacks from local fruit and vegetable raw materials. In: Import-substituting technologies and equipment for deep complex processing of agricultural raw materials (pp. 422-426). TSTU Publishing House. Food Ingredients Business. (2021), 1(82), 18-19.

3. Albycheva, L. A. Development of an assortment line of snack bars for nutrition of adolescents: quality forecasting, recipe design, consumer properties. Dis. for the dissertation of an academic staff of Cand. Sci. (Eng.). Voronezh, VSUIT. 2022. – 247 p.

4. Nekrasova, S. O., & Safaryan, J. S. Development of a recipe and technology for functional cereal bars using applesauce. In: Agrarian Science for Agriculture. 2021 (pp. 422-424). Publisher: Oleg Grigorievich Magarin.

5. Konyukhova, O. M., & Merkusheva, N. N. (2021). Study of the composition of biologically active substances in wild VACCINIUM berries depending on storage conditions. Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Forest, Ecology, Nature Management, 3(51), 100-108.

6. Nilova, L. P., & Korableva, V. I. (2021) The influence of structure-forming agents on the formation of syrup-binding agent for cereal bars. In Fundamental and applied research in the field of management, economics and trade (pp. 616-620). Polytech-Press.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 664.681 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-58-65

Низкобелковый десерт на основе растительного сырья

Low-protein dessert based on vegetable raw materials

Доцент Д.А. Гайсина, профессор Р.А. Зайнуллин, магистрант И.И. Ханипова,
Уфимский государственный нефтяной технический университет, кафедра Современные технологии пищевых индустрий, тел. +73472524922,ishda@bk.ru
доцент Э.М. Гайсин,
Башкирский государственный аграрный университет, кафедра «Электроснабжения и автоматизации технологических процессов»

Associate professor D.A. Gaisina, professor R.A. Zainullin, master's student I.I. Khanipova,
Ufa State Petroleum Technical University, Department of Modern Technologies of Food Industries, tel. +73472524922, ishda@bk.ru
Associate Professor, Candidate of Technical Sciences E. M. Gaisin,
Bashkir State Agrarian University, Department of «Electrical Engineering and Automation of Technological Processes»

Аннотация. Пищевая аллергия представляет собой значимую проблему в педиатрической практике, особенно среди детей раннего возраста. По данным научных публикаций, в мире пищевая аллергия к куриному яйцу диагностируется у 1,8–2% детей младше 5 лет и занимает второе место среди причин пищевой аллергии после коровьего молока [2, 9 14]. В исследовании EuroPrevall – многодисциплинарного проекта, финансируемого Европейской комиссией и направленного на изучение распространённости и причин пищевой аллергии в Европе, встречаемость пищевой аллергии к куриному яйцу составила 1,2% у детей 1–2 лет, с вариациями по странам: 0,1% в Греции и 2,2% в Великобритании. В США и Южной Африке показатели достигают 1–1,8% у детей 0–3 лет, тогда как в Австралии среди годовалых детей фиксируется 9% случаев сенсибилизации к белкам яйца [11]. России распространенность аллергии к куриному яйцу составляет от 9 до 15% в различных регионах [15]. Пищевая аллергия к яйцу выступает ключевым триггером атопического дерматита (25–77% случаев у детей) и анафилактических реакций (7–12% среди всех эпизодов у детей). Производители специализированных пищевых продуктов, таких как кондитерские, мучные и хлебобулочные изделия, могут внедрить инновационный компонент — аквафабу. Аквафаба – жидкость, которая остаётся после бобовых культур. Она имитирует свойства яйца, содержит растительный белок и не имеет выраженного вкуса и запаха. В рамках исследования была разработана рецептура низкобелкового десерта. Были проведены физико-химические и микробиологические исследования на определения качества готовых изделий и органолептические исследования.

Специализированный ассортимент низкобелковых десертов представлен ограниченно, что открывает перспективы для дальнейшего развития данного сегмента. Настоящее исследование направлено на изучение потребительских предпочтений в отношении специализированных низкобелковых десертов. Данный рынок является объектом анализа для пациентов с аллергическими заболеваниями, в том числе на куриный белок.

Abstract. Food allergies are a significant problem in pediatric practice, especially among young children. According to scientific publications, food allergy to chicken eggs is diagnosed in 1.8–2% of children under 5 years of age worldwide and ranks second among the causes of food allergy after cow's milk [2, 9-14].

In the EuroPrevall study, a multidisciplinary project funded by the European Commission and aimed at studying the prevalence and causes of food allergies in Europe, the incidence of food allergy to chicken eggs was 1.2% in children aged 1-2 years, with country–by-country variations: 0.1% in Greece and 2.2% in the UK. In the USA and South Africa, the rates reach 1-1.8% in children aged 0-3 years, whereas in Australia, 9% of cases of sensitization to egg proteins are recorded among one-year-olds [11].

In Russia, the prevalence of egg allergy ranges from 9 to 15% in various regions [15]. Food allergy to eggs is a key trigger of atopic dermatitis (25-77% of cases in children) and anaphylactic reactions (7-12% among all episodes in children).

© Д.А. Гайсина, Р.А. Зайнуллин, И.И. Ханипова, Э.М. Гайсин, 2026



Manufacturers of specialized food products, such as confectionery, flour and bakery products, can introduce an innovative component — ak-waffle. Aquafaba is the liquid that remains after legumes. It mimics the properties of an egg, contains vegetable protein and has no pronounced taste or smell. As part of the research, a recipe for a low-protein dessert was developed. Physico-chemical and microbiological studies were conducted to determine the quality of finished products and organoleptic studies. The specialized range of low-protein desserts is limited, which opens up prospects for the further development of this segment. The current study is aimed at studying consumer preferences for specialized low-protein desserts. This market is the object of analysis for patients with allergic diseases, including chicken protein

Ключевые слова: аквафаба, нут, низкобелковый десерт, аллергия, специализированные продукты, растительный белок, качество готового изделия.

Keywords: aquafaba, chickpeas, low-protein dessert, allergies, specialty products, vegetable protein, quality of the finished product.

Актуальность темы, заключается в том, чтобы обеспечить людей с аллергическими заболеваниями, в том числе на куриный белок безопасным, сбалансированным и вкусным питанием, которое поможет контролировать симптомы их заболевания и улучшить качество жизни.

Аквафаба — это функциональный заменитель яичного белка, применяемый в производстве кондитерских, мучных и хлебобулочных изделий. Аквафаба, ранее считавшаяся пищевым отходом, на сегодняшний день является очень перспективным ингредиентом продуктов питания. Химический состав аквафабы, богат сапонинами, низкомолекулярными и водорастворимыми полисахаридами, вызывает интерес технологов специализированных пищевых продуктов питания [5, 7]. Научные исследования были проведены на базе специализированного исследовательского центра ФГБОУ ВО Уфимского государственного нефтяного технического университета. В рамках этих исследований использовались пищевые и физико-химические аналитические лаборатории, что обеспечило высокую точность и достоверность полученных данных. Цель исследования разработка рецептуры – низкобелковых (гипоаллергенных ягодно-муссовых десертов, с сохранение максимального содержания питательных веществ. Для реализации поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- разработать и апробировать рецептуру приготовления низкобелкового десерта;
- провести сравнительную оценку качественных показателей образцов;
- вычислить пищевую и энергетическую ценности десерта.

Одной из альтернативной заменой яичного белка в кулинарных изделиях является введение в рецептуру белков бобовых в виде отвара (аквафаба). К специализированным низкобелковым продуктам питания для страдающих аллергией к куриному белку (АКБ) относятся готовая продукция – низкобелковый гипоаллергенный хлеб, булочки, кексы, печенья, вафли, сушки и др. У пациентов с аллергией на белок существует строгое ограничение на потребление белка, обусловленное необходимостью контроля уровня иммуноглобулинов Е (IgE), играющих ключевую роль в развитии аллергических реакций. Рацион пациента с аллергией на куриный белок должен обеспечивать адекватное суточное потребление калорий для предотвращения катаболизма собственных белковых запасов, возникающего при голодании. Использование исключительно натуральных низкобелковых продуктов в рационе страдающих АКБ сопряжено с риском как избыточного потребления белка, так и недостаточной калорийности. Оба эти сценария могут привести к повышению уровня иммуноглобулинов Е (IgE) в крови и сопутствующим негативным последствиям.

Для пациентов с наследственными нарушениями обмена веществ строгая диетотерапия — единственный эффективный метод лечения. Это предполагает тщательный расчет каждого грамма белка, поскольку 95% повседневных продуктов

содержат запрещенные для них компоненты. Рацион с пониженным содержанием белка характеризуется значительной ограниченностью и состоит преимущественно из специализированных продуктов, включающих фрукты, овощи, крахмалсодержащие продукты и медицинские аминокислотные смеси, которые могут обладать специфическими вкусовыми характеристиками, вызывающими неприязнь. Приготовление блюд из данных ингредиентов требует применения особых кулинарных навыков, поскольку низкобелковая мука и другие аналоги демонстрируют иные свойства по сравнению с традиционными продуктами. Диетическая выпечка, представленная в специализированных торговых точках, отличается высокой стоимостью и ограниченным ассортиментом, что может способствовать снижению интереса к ней. В результате большинство пациентов сталкиваются с ограничениями в выборе продуктов и отсутствием кулинарного разнообразия, что может привести к негативным последствиям для их здоровья.

В разработанном муссового десерта предложено использовать ингредиенты, которые обладают полезными свойствами это пюре из вишни, смородины и черники. Эти добавки придают вкус и аромат, а также содержат полезные элементы. Аквафабу получили из растительного сырья нута (*Cicer arietinum* L.). Нутриентный состав аквафабы из нута и куриного белка представлен на рисунке 1. Сравнительная характеристика представлена в таблице 1.

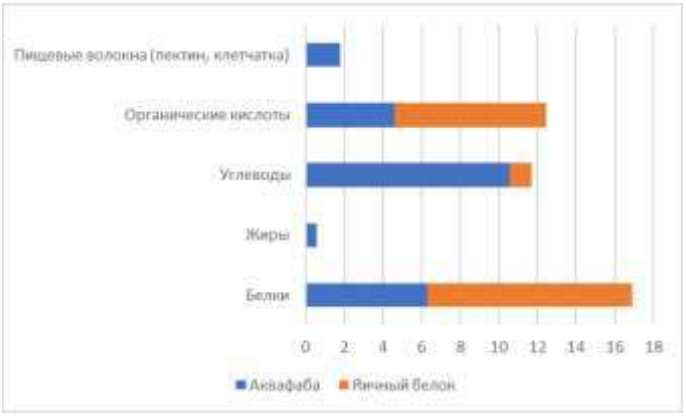


Рис. 1. Нутриентный состав аквафабы из нута и яичного белка

Преимущество аквафабы по сравнению с яичным белком не вызывает сомнений: помимо отсутствия в ней аллергенов и повышенной пищевой ценности исследованиями подтверждено, что пенообразующая способность аквафабы сопоставима с той, которой обладают яичные белки (681%) и составляет 675%

Таблица 1

Сравнительная характеристика белкового состава аквафабы и яичного белка

Соединение	Аквафаба	Яичный белок
Белки, г	6,3	10,6
Овальбумин, %	-	54
Альбумин, %	60-90	
Глобулин, %	10-20	4

Из таблицы 2 видно, что в составе аквафабы полностью отсутствует овальбумин. Овальбумин (Gal d 2) – один из основных белковых аллергенов яйца, содержащийся в курином белке в количестве 44% всех протеинов белка [9].

В аквафабе содержатся только растворимые белковые альбуминовая и глобулиновая фракции, содержание белка меньше почти в два раза (6,3 г против 10,8 г). В аквафабе нута, помимо альбуминовых и глобулиновых фракций, могут

содержаться и другие виды белков, такие как: глиадины, глютелины и другие белки, характерные для бобовых культур; различные ферменты, участвующие в биохимических процессах. Точный состав и количество белков могут варьироваться в зависимости от условий выращивания и приготовления нута [4, 8]. Содержание белковых компонентов в аквафабе было количественно определено в лабораторных условиях в соответствии с ГОСТ 10846-91. Для проведения анализа использовался автоматический анализатор белка марки «Velp», модель UDK 159, с применением метода Кьельдаля. Общее содержание белковых веществ в аквафабе из нута 6,226%. Полученные экспериментальные данные полностью соотносятся с теоретическими, о которых упоминалось ранее: содержание белка в аквафабе в среднем составляет около 6,3% Особенности те хнологического процесса - разработанная рецептура предусматривает использование аквафабы в качестве пенообразователя, комбинирование растительных и молочных белков, обогащение витаминно-минеральным комплексом, применение натуральных красителей (ягодные пигменты). На основе отработанной рецептуры приготовления муссовых десертов составляется акт о проведении контрольных испытаний. Рецептуры десертов представлены на таблице 2. Пищевая и энергетическая ценность образцов представлены в таблице 3.

Таблица 2

Рецептура трех муссовых десертов

Наименование продукта	Образец 1		Образец 2		Образец 3	
	Масса брутто, г	Масса нетто, г	Масса брутто, г	Масса нетто, г	Масса брутто, г	Масса нетто, г
Нут	10	20	10	20	10	20
Вода питьевая	45	45	45	45	45	45
Аквафаба		13		13		13
Вишня с/м	25,5	25	-	-	-	-
Смородина черная с/м	-	-	25,5	25	-	-
Черника с/м	-	-	-	-	25,5	25
Масса пюре из вишни		23	-	-	-	-
Масса пюре из черной смородины	-	-	-	23	-	-
Масса пюре из черники	-	-	-	-	-	23
Йогурт греческий	40	40	40	40	40	40
Фруктоза	11	11	11	11	11	11
Сироп шиповника	8	8	8	8	8	8
Желатин	3	3	3	3	3	3
Вода питьевая	7	7	7	7	7	7
Масса набухшего желатина		9,5		9,5		9,5
Печенье	7	7	7	7	7	7
Масло кокосовое	5	5	5	5	5	5
Песочный п/ф		11,5		11,5		11,5
Масса п/ф		116		116		116
Выход готового продукта		115		115		115

Таблица 3

Пищевая и энергетическая ценность трех разработанных десертов на 1 порцию (115 г)

Параметр/Образец	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Масса, г	115	115	115
Белки, г	6,4	6,5	6,5
Жиры, г	2,8	2,9	2,9
Углеводы, г	21,1	20,5	20,5
Энергетическая ценность, ккал	137,1	135,5	135,5

На основе полученных данных по средним данным была построена лепестковая профилограмма оценки качества десертов.

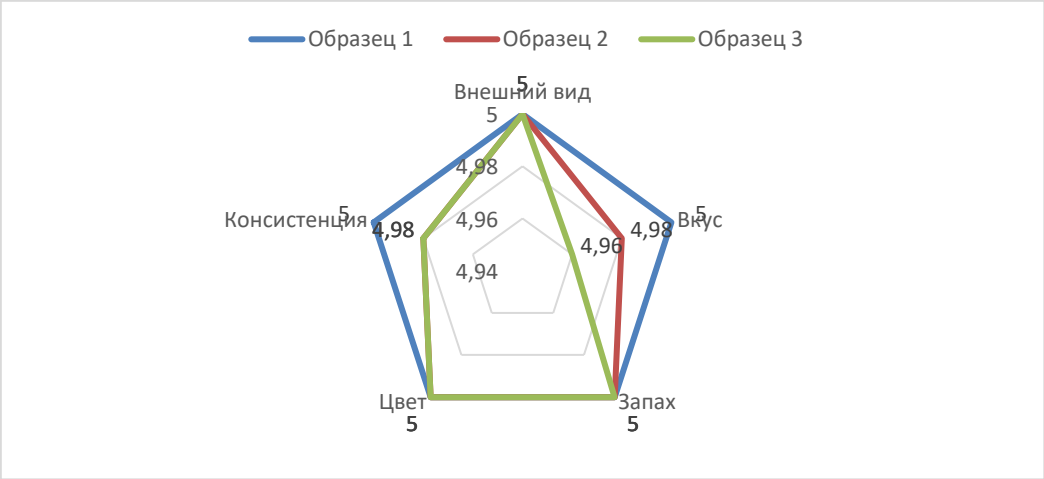


Рис. 2. Профилограмма оценки качества десертов

Результаты физико-химических показателей представлены в таблице 4.

Таблица 4

Физико-химические показатели

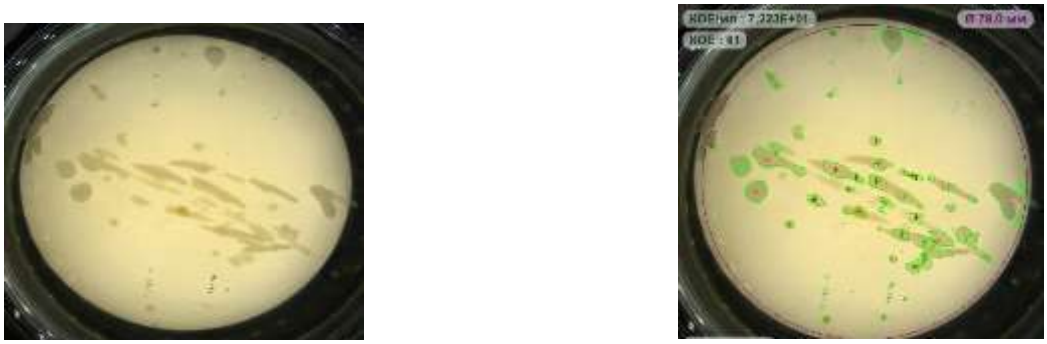
Показатель	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Массовая доля влаги, %	31, 91	44, 76	35, 73
Кислотность, град.	0, 636	0, 748	0, 472
Содержание сахара, мг	9, 00	8, 64	9, 28
Витамин С, %	0, 290	0, 280	0, 256

Результаты микробиологического исследования спустя 7 дней посева результаты представлены на рисунке 3.

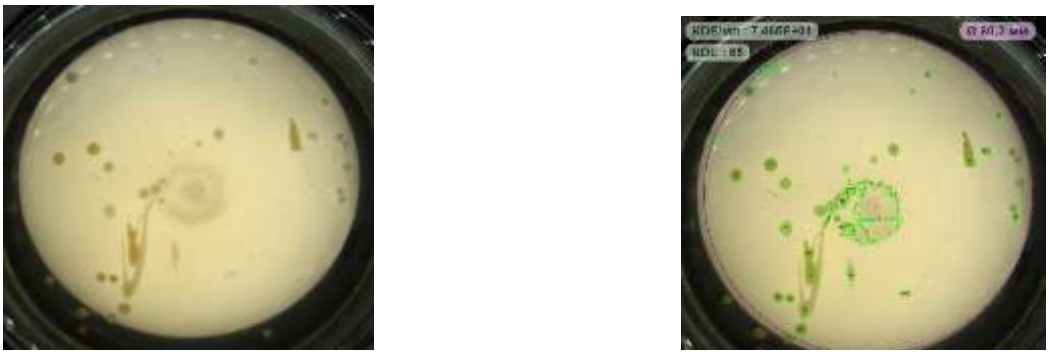
Образец 1 - «Вишневый муссовый десерт на основе аквафабы» - Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 г продукта – 3,1 х106; Образец 2 «Смородиновый муссовый десерт на основе аквафабы» - Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 г продукта – 6,1 х106.



Образец 1



Образец 2



Образец 3

Рис. 3. Микробиологические показатели

Образец 3. «Черничный муссовый десерт на основе аквафабы» - Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 г продукта – 6,5 х106. На основании проведенных исследований образцов в течение семидневного периода было установлено, что хранение муссовых десертов при комнатной температуре приводит к значительному ухудшению микробиологических показателей продукции. Повышенное микробиологическое загрязнение муссов на основе аквафабы с фруктовыми пюре обусловлено высокой водной активностью (Aw >0.95) продукта, питательными веществами из аквафабы (белки ~1.5-4.6%, углеводы ~10%) и фруктовых пюре (сахара, органические кислоты), а также отсутствием термической обработки, уничтожающей патогены вроде *E. coli*, *Salmonella* и *Bacillus cereus* [1]. Аквафаба, как отвар бобовых (нута, фасоли, эдамаме), содержит растворимые белки, сапонины и олигосахариды, служащие субстратом для роста бактерий и дрожжей, особенно при pH 6-7 и хранении при +4-6°C. Фруктовые пюре добавляют микрофлору из почвы, воды полива или обработки (колоформы, Pseudomonas), а поврежденная кожура фруктов облегчает проникновение патогенов внутрь [8]. В муссах без пастеризации (взбивание сырой аквафабы с пюре) aw

остается высоким, способствуя быстрому росту спор (например, Bacillus cereus). Отсутствие консервантов (как в яйцебелковых муссах) и низкая кислотность пюре (pH>4 для многих фруктов) не подавляют *Listeria* или *Salmonella*. Хранение >24 ч при +6°C приводит к росту плесени и дрожжей из-за органики (пектины, сахара).

Рекомендуется пастеризация пюре и аквафабы, для повышения сохранности десерта – добавление пищевых кислот, например лимонной или яблочной для снижения pH<4.5, хранение готового продукта осуществлять при температуре ниже 4°C.

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод о высокой перспективности использования аквафаб из нута и зеленого горошка в качестве заменителей яичного белка в пищевой промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brooks A.A., Evaluation of Microbial Contamination of Street-Vended Fruit Saladin Calabar, Nigeria // Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci (2014)3(7) P.1040-1046].

2. Burks A.W., Tang M., Sicherer S. et al. ICON: food allergy. J. Allergy Clin. Immunol. 2012; 129 (4): 906–920.

3. Erem E., Icyer N.C., Tatlisu N.B., Kilicli M., Kaderoglu G.H., Toker Ö.S. A new trend among plant-based food ingredients in food processing technology: Aquafaba. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2021,2021, 1–18.

4. He Y., Meda V., Reaney M.J.T., Mustafa R. Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications. Trends Food Sci. Technol. 2021,111, 27–42.

5. Hutchings, S.C.; Low, J.Y.Q.; Keast, R.S.J. Sugar reduction without compromising sensory perception. An impossible dream? Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2019, 59, 2287–2307

6. Meurer M.C., de Souza D., Ferreira Marczak L.D. Effects of ultrasound on technological properties of chickpea cooking water (aquafaba). J. Food Eng. 2020, 265, 109688.

7. Sengun I. Y., Kirmizigul A., Guney D. Fresh cut fruits - an overview of microbiological conditions, recent outbreaks and preventive strategies // J Microbiol Biotech Food Sci / Sengun et al. 2022: 12 (3) e3688].

8. Serventi L., Gao, C., Chen M., Chelikani V. Cooking water functional properties. In Upcycling Legume Water: From Wastewater to Food Ingredients, 1st ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2020; pp. 87–103.

9. Sicherer S.H., Sampson H.A. Food allergy: A review and update on epidemiology, pathogenesis, diagnosis, prevention, and management. J. Allergy Clin. Immunol. 2018; Jan. 141 (1): 41–58.

10. Yue H., Youn Y.S., Rana M., Venkatesh M., Martin J.T.R. Chickpea Cultivar Selection to Produce Aquafaba with Superior Emulsion Properties. Foods. 2019. Vol. 8. Iss. 12. Article Number: 685.

11. Калашникова С.В., Курчаева Е.Е., Тертычная Т.Н. Разработка рецептурно-компонентных решений получения пищевых продуктов на основе растительных ресурсов // Социально-экономические проблемы продовольственной безопасности: реальность и перспектива: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Мичуринск, 30 марта 2017 г.). Мичуринск: Изд-во Мичуринского ГАУ, 2017. С. 311–315.

12. Макарова Н.В. Анализ содержания сухих веществ, белка и титруемой кислотности в отварах бобовых / Н.В. Макарова, М.С. Воронина, А.Н. Гуляева, Д.И. Нистерюк, Э.Н. Шляпникова // Индустрия питания. – 2021. – №3. – С. 51-57.

13. Пампура А.Н., Варламов Е.Е., Конюкова Н.Г. Пищевая аллергия у детей раннего возраста. Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2016; 95 (3): 152–157.

14. Толмачев И.В., Бала А.М. Исследование структуры сенсибилизации к



пищевым аллергенам в регионах Российской Федерации. Социальные аспекты здоровья населения [сетевое издание] 2024; 70(S5):18. Режим доступа: http://vestnik.mednet.ru/content/view/1685/30/lang,ru/.

REFERENCES

1. Brooks A.A., Evaluation of Microbial Contamination of Street-Vended Fruit Saladin Calabar, Nigeria // Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci (2014)3(7) P.1040-1046].

2. Burks A.W., Tang M., Sicherer S. et al. ICON: food allergy. J. Allergy Clin. Immunol. 2012; 129 (4): 906–920.

3. Erem E., Icyer N.C., Tatlisu N.B., Kilicli M., Kaderoglu G.H., Toker Ö.S. A new trend among plant-based food ingredients in food processing technology: Aquafaba. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2021,2021, 1–18.

4. He Y., Meda V., Reaney M.J.T., Mustafa R. Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications. Trends Food Sci. Technol. 2021,111, 27–42.

5. Hutchings, S.C.; Low, J.Y.Q.; Keast, R.S.J. Sugar reduction without compromising sensory perception. An impossible dream? Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2019, 59, 2287–2307

6. Meurer M.C., de Souza D., Ferreira Marczak L.D. Effects of ultrasound on technological properties of chickpea cooking water (aquafaba). J. Food Eng. 2020, 265, 109688.

7. Sengun I. Y., Kirmizigul A., Guney D. Fresh cut fruits - an overview of microbiological conditions, recent outbreaks and preventive strategies // J Microbiol Biotech Food Sci / Sengun et al. 2022: 12 (3) e3688].

8. Serventi L., Gao, C., Chen M., Chelikani V. Cooking water functional properties. In Upcycling Legume Water: From Wastewater to Food Ingredients, 1st ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2020; pp. 87–103.

9. Sicherer S.H., Sampson H.A. Food allergy: A review and update on epidemiology, pathogenesis, diagnosis, prevention, and management. J. Allergy Clin. Immunol. 2018; Jan. 141 (1): 41–58.

10. Yue H., Youn Y.S., Rana M., Venkatesh M., Martin J.T.R. Chickpea Cultivar Selection to Produce Aquafaba with Superior Emulsion Properties. Foods. 2019. Vol. 8. Iss. 12. Article Number: 685.

12. Kalashnikova S.V., Kurchaeva E.E., Tertychnaya T.N. Development of prescription-component solutions for food production based on plant resources // Socio-economic problems of food security: reality and perspective: proceedings of the II International Scientific and Practical Conference (Michurinsk, March 30, 2017). Michurinsk: Publishing house of Michurinsky State Agrarian University, 2017. pp. 311-315.

13. Makarova N.V. Analysis of the content of dry substances, protein and titrated acid in decoctions of legumes / N.V. Makarova, M.S. Voronina, A.N. Gulyaeva, D.I. Nysteruk, E.N. Shlyapnikova // The food industry. - 2021. – No. 3. – pp. 51-57.

14. Pampura A.N., Varlamov E.E., Konjukova N.G. Food allergy in infants. Pediatrija. Zhurnal im. G.N. Speranskogo – The Magazine named after Speransky. 2016; 95 (3): 152–157 (in Russ.)].

15. Tolmachev I.V., Bala A.M. Investigation of the structure of sensitization to food allergens in the regions of the Russian Federation. Social aspects of public health [online edition] 2024; 70(S5):18. Access mode: http://vestnik.mednet.ru/content/view/1685/30/lang, ru/.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 664.664.34 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-66-74

Разработка технологии хлебцев функционального назначения для лиц с избыточной массой тела

Developing a technology for functional crispbreads for overweight individuals

Доцент А.Ю. Веселова, доцент Т.М. Воробьева, студент И.А. Шиянова,
ГБОУ ВО Институт пищевых технологий и дизайна, кафедра технологии общественного питания, anna.0680@mail.ru

Associate Professor A.Y. Veselova, Associate Professor T.M. Vorobyova, student I.A. Shiyanova
GBOU HE Institute of Food Technology and Design, Department of Catering Technology, anna.0680@mail.ru

Аннотация. В последние годы наблюдается устойчивый рост интереса потребителей к продуктам здорового питания, в том числе к хлебобулочным и зерновым изделиям, обогащенным пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами. Хлебцы как продукт повседневного спроса являются удобной основой для создания изделий функционального назначения, способствующих профилактике алиментарно-зависимых заболеваний и улучшению пищевого статуса населения.

Целью данной работы являлась научное обоснование и разработка технологии хлебцев функционального назначения для лиц с избыточной массой тела. В ходе исследования обоснован выбор рецептурных компонентов, обладающих высоким содержанием белка, незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот (омега-3), пищевых волокон и микронутриентов.

Экспериментальная часть включала изучение влияния различного соотношения муки пшеничной из цельного зерна, гречневой муки, а также дозировки льняной клетчатки на органолептические, физико-химические свойства готовых изделий. Определены оптимальные дозировки данных ингридиентов, обеспечивающие получение хлебцев с высокими потребительскими свойствами. Проведен анализ пищевой ценности разработанного продукта, подтверждающий его функциональную направленность.

Результаты исследования показали, что внесение 52% гречневой муки (от массы муки) и 4% льняной клетчатки позволяет получить хлебцы с улучшенным минеральным и витаминным составом, повышенным содержанием клетчатки и сбалансированным аминокислотным составом. Готовые изделия отличаются приятным вкусом и ароматом, характерным для используемого сырья, и могут быть рекомендованы для включения в рацион здорового питания, а также для диетического и профилактического питания.

Разработанная рецептура и технология могут быть внедрены на предприятиях хлебопекарной промышленности для расширения ассортимента продукции функционального назначения.

Abstract. In recent years, there has been a steady increase in consumer interest in healthy foods, including bakery and grain products enriched with dietary fiber, vitamins, and minerals. Crispbread, as a daily staple, is a convenient base for creating functional products that help prevent diet-related diseases and improve the nutritional status of the population. The aim of this study was to scientifically substantiate and develop a technology for producing functional crispbread for overweight individuals. The study substantiated the choice of recipe components high in protein, essential amino acids, polyunsaturated fatty acids (omega-3), dietary fiber, and micronutrients. The experimental part included studying the effect of varying ratios of whole wheat flour, buckwheat flour, and flaxseed fiber on the organoleptic and physicochemical properties of the finished products. Optimal dosages of these ingredients were determined to produce crispbreads with high consumer properties. A nutritional analysis of the developed product was conducted, confirming its functional purpose. The study results showed that adding 52% buckwheat flour (by weight) and 4% flaxseed fiber produces crispbreads with improved mineral and vitamin composition, increased fiber content, and a balanced amino acid profile.

© А.Ю. Веселова, Т.М. Воробьева, И.А. Шиянова, 2026



The finished products have a pleasant taste and aroma characteristic of the raw materials used and can be recommended for inclusion in a healthy diet, as well as for dietary and preventative nutrition. The developed recipe and technology can be implemented in bakeries to expand the range of functional products.

Ключевые слова: хлебцы функциональные, мука пшеничная из цельного зерна, гречневая мука, льняная клетчатка, пищевые волокна, рецептура, пищевая ценность, здоровое питание.

Keywords: functional crispbread, whole grain wheat flour, buckwheat flour, flax fiber, dietary fiber, recipe, nutritional value, healthy eating.

Проблема избыточной массы тела и ожирения приобрела в XXI веке характер глобальной пандемии, затрагивающей как развитые, так и развивающиеся страны. По данным Всемирной организации здравоохранения, распространенность ожирения в мире утроилась с 2010 года, что требует разработки эффективных стратегий профилактики и коррекции данной патологии. Ключевую роль в решении этой проблемы играет здоровое питание, включающее продукты с высокой пищевой плотностью, низким гликемическим индексом и повышенным содержанием физиологически функциональных ингредиентов [1].

Хлебобулочные изделия, являясь продуктами массового потребления, представляют собой оптимальную основу для создания продуктов функционального назначения. Однако традиционные хлебобулочные изделия из муки высших сортов характеризуются высоким содержанием легкоусвояемых углеводов и низким количеством пищевых волокон, что ограничивает их использование в рационе лиц с избыточной массой тела [2]. В связи с этим особую актуальность приобретает разработка технологий хлебцев функционального назначения, обогащенных натуральными компонентами, способствующими нормализации массы тела.

В качестве перспективных источников функциональных ингредиентов для производства хлебцев рассматриваются гречневая мука, мука пшеничная из цельного зерна и льняная клетчатка.

Гречневая мука представляет особый интерес как наиболее сбалансированная по аминокислотному составу среди нетрадиционных видов муки [3]. Белки гречневой муки содержат незаменимые аминокислоты — лизин, лейцин и аспарагиновую кислоту — в большем количестве, чем пшеничная мука. Высокий аминокислотный скор по лейцину, лизину, фенилаланину, тирозину и аргинину приближает белок гречневой муки к идеальному для человека. Содержание незаменимых аминокислот в гречихе составляет 36,75% от общей массовой доли белка [3]. Современные исследования подтверждают, что гречневая мука обладает высоким содержанием фенольных соединений (до 1161 мг GAE/100 г), что значительно превосходит показатели пшеничной муки, и проявляет выраженные антиоксидантные свойства [4].

Мука пшеничная из цельного зерна сохраняет все части зерна, включая отруби и зародыш, что обеспечивает ее высокую пищевую ценность. Исследования показывают, что содержание основных минералов (кальция, магния, фосфора, калия) в хлебе из муки пшеничной из цельного зерна остается практически неизменным в процессе переработки, тогда как в продуктах из рафинированной муки их уровень снижается на 72%, а содержание микроэлементов — на 64% [5]. Цельнозерновые продукты играют важную роль в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета 2 типа и ожирения [1].

Льняная клетчатка, получаемая из семян льна (Linum usitatissimum L.), представляет собой ценный вторичный продукт переработки масличных культур. Благодаря своему уникальному составу, она обладает рядом свойств, позволяющих использовать её в качестве физиологически функционального ингредиента для обогащения пищевых продуктов. Ее использование позволяет целенаправленно повышать содержание пищевых волокон, ПНЖК и белка в продуктах массового

потребления [6]. Исследования показывают, что внесение 5% клетчатки льна к массе муки является оптимальным для производства хлебобулочных изделий высокого качества [7]. Несмотря на значительное количество исследований, посвященных использованию отдельных видов нетрадиционного сырья в хлебопечении, вопросы комплексного применения гречневой муки, муки пшеничной из цельного зерна и льняной клетчатки в технологии хлебцев функционального назначения для лиц с избыточной массой тела остаются недостаточно изученными. Требуют научного обоснования оптимальные дозировки компонентов, обеспечивающие высокие органолептические и физико-химические показатели готовых изделий при сохранении их функциональной направленности [3,8].

В связи с этим в «Институте пищевых технологий и дизайна» совместно с ООО «Здоровое питание КЭНАПС», проведены исследования по созданию технологии хлебцев функционального назначения, которые удобны в употреблении.

Целью исследования является научное обоснование и разработка технологии хлебцев функционального назначения для лиц с избыточной массой тела.

В качестве объектов исследования использовались мука пшеничная из цельного зерна ГОСТ 26574-2017, мука гречневая по ГОСТ 31645-2012 [9], льняная клетчатка и хлебцы, выработанные по разработанным рецептурам ТУ 10.72.12-004-90259564-2022 [12].Для оценки качества хлебцев был разработан метод балловой оценки, который предусматривает оценку каждого показателя (внешний вид изделий по форме, размер, состояние поверхности, цвет, внутреннее состояние, хрупкость, вкус и запах) по пятибалльной шкале. В методику балловой оценки были включены показатели, регламентированные ТУ 10.72.12-004-90259564-2022. Массовую долю влаги определяли согласно ГОСТ 21094-2022 [10], определение титруемой кислотности образцов проводили согласно ГОСТ 5670-96 [11], пищевую ценность разработанных изделий выполняли расчетным методом, с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel 2007. Технологическая схема производства хлебцев ООО «Здоровое питание КЭНАПС» представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Технологическая схема производства хлебцев на ООО «Здоровое питание КЭНАПС»

При разработке технологии хлебцев функционального назначения для лиц с избыточной массой тела соблюдались требования Технологической схемы производства хлебцев на ООО «Здоровое питание КЭНАПС» и использовалось технологическое оборудование предприятия.

Выпечка экспериментальных образцов хлебцев производилась в одинаковых условиях при одной и той же температуре (140^{0}С), в одной и той же печи, одинаковое количество времени 1 мин.

Проведены исследования с целью подбора необходимых рецептурных компонентов для составления основы для производства хлебцев функционального назначения, таких как мука пшеничная из цельного зерна, мука гречневая и льняная клетчатка. Для улучшения органолептических свойств изделий в рецептуру добавляли смесь пряностей. Пробную лабораторную выпечку для изучения влияния льняной клетчатки, муки пшеничная из цельного зерна и гречневой муки, на органолептические и физико-химические показатели разработанных изделий проводили согласно рецептурам, приведенным в табл.1.

Таблица 1

Рецептура хлебцев

Наименование сырья	№ 1 (контрольный образец)	Опытные образцы		
		№2	№3	№4
Мука пшеничная высший сорт	100	45	20	-
мука пшеничная из цельного зерна	-	35	45	65
Мука гречневая	-	20	35	35
Отруби пшеничные	2,1	-	-	-
Соль пищевая	2,0	2,0	2,0	2,0
Масло подсолнечное	8,2	8,2	8,2	8,2
Лук репчатый сушёный гранулированный	4,3	-	-	-
Лецитин соевый	0,5	0,7	0,7	0,7
Льняная клетчатка	-	5,0	5,0	5,0
Морковь сушеная	-	5,0	5,0	5,0
Базилик сушеный	-	2,0	2,0	2,0
Орегано	-	1,5	1,5	1,5
Паприка сладкая	-	0,5	0,5	0,5
Итого:	117,1	124,9	124,9	124,9
Выход	105,39	112,41	112,41	112,41

В исследовании было изучено 4 образца. В качестве контрольного образца (образец №1) использовали «Хлебцы с клетчаткой и луком», приготовленные по ТУ 10.72.12-004-90259564-2022 по рецептуре предприятия ООО «Здоровое питание КЭНАПС». Образцы №2, №3, №4 – разрабатывались по запросу предприятия специально для лиц с избыточной массой тела.

Внешний вид экспериментальных образцов хлебцев представлен на рисунке 2.

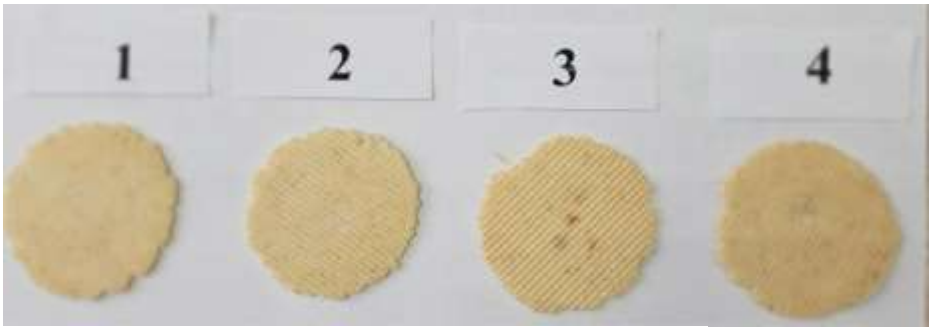


Рис. 2. Внешний вид экспериментальных образцов хлебцев

Органолептическая оценка разработанных образцов хлебцев функционального назначения проводилась дегустационной комиссией в количестве 28 человек, состоящих из преподавателей кафедры и студентов группы ПР-22, ПР-23, каждый показатель оценивали по 5-ти балльной шкале. Показатели балловой оценки представлены в табл.2.

Таблица 2

Показатели балловой оценки качества изделий

Наименования показателя	Качественные уровни				
	5 баллов	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Форма	Форма круглая, правильная соответствующая данному виду, без вмятин, с ровными краями	Форма круглая, правильная соответствующая данному виду, с наличием небольших вмятин	Форма круглая, незначительная деформация (слегка погнуты края, несимметричность), не влияющая на товарный вид.	Форма круглая, заметная деформации, наличие поломанных экземпляров или сильная кривизна пластин.	Форма круглая, сильная деформация, большое количество ломаных кусков (более 20% от партии), форма не соответствует стандарту
внешний вид	хлебцы одного размера с равномерно распределёнными добавками, без посторонних включений	хлебцы одного размера, с незначительной неоднородностью вносимых добавок, без посторонних включений	небольшая шероховатость краев, незначительная неоднородность по размеру/толщине	хлебцы разного размера, комкование ингредиентов, наличие пустот на поверхности	грязные подгоревшие края, посторонние включения (не предусмотренные рецептурой), слипшиеся хлебцы
Поверхность	Характерная для данного вида с четким рисунком, без вздутий, трещин и подгорелости	Характерная для данного вида с четким рисунком, без вздутий, с небольшими трещинами	Незначительная шероховатость или легкая неровность, единичные мелкие трещинки или пузырьки	Наличие вздутий, шершавая поверхность, следы непромеса	Твердая, шероховатая поверхность, с подгорела, отслоение верхнего слоя

Окончание таблицы 2

Окончание таблицы 2

Вкус	Приятный, гармоничный, ярко выраженный вкус, свойственный в ходящему в состав сырью, без постороннего привкуса, хрустящие	Приятный, гармоничный, хорошо выраженный вкус, свойственный в ходящему в состав сырью, без постороннего привкуса, хрустящие	Слабовыраженный вкус, недостаточно хрустящие	Пресный вкус, горьковатый привкус, ощущение сырости (не хрустят, а "жуются").	Неприятный привкус горечи
Запах	Свойственный данному продукту, хорошо выраженный запах вносимых добавок, без постороннего запаха	Свойственный данному продукту, слабовыраженный запах злаков без постороннего запаха	Недостаточно выраженный запах	Слабый, невыраженный запах	Явный посторонний запах
Цвет	Равномерный, от желтого до светло-коричневого с вкраплением вносимых добавок	Равномерный, характерный для данного вида хлебцев коричневый цвет, без подгорелостей и бледных пятен	Незначительная неравномерность окраски, легкий оттенок, не свойственный данному продукту	Заметная пятнистость (чередование бледных и темных участков), непропеченный вид или слишком темный цвет.	Наличие явных подгорелых мест, пепельный или землистый оттенок.
Вид в изломе	Изделие равномерно пропеченное, с развитой пористостью, хрупкие	Хорошо развитая, достаточно равномерная пористость хрупкие	Небольшая неравномерность пористости, мелкие уплотнения	Крупные пустоты, толстостенные поры, наличие комочков муки	Отсутствие пористости непропеченные участки

Результаты проведенной балловой оценки качества экспериментальных образцов хлебцев представлены на рисунке 3.

По результатам балловой оценки качества изделий выявлено, что с увеличением замены пшеничной муки на муку пшеничную из цельного зерна наблюдалось улучшение органолептических показателей качества, а именно изделия имели правильную круглую форму, четкий рисунок на поверхности, обладали приятным ярким вкусом и хрустом, свойственным запахом вносимых добавок. Наилучшими характеристиками обладали хлебцы приготовленные под № 4, образцы хлебцев под № 2, 3 существенно не отличались от контрольного образца имели слабые вкус и запах внесенных добавок.

Исследование физико-химических показателей качества экспериментальных образцов хлебцев проводилось в испытательной лаборатории фундаментальных прикладных исследований качества и технологий пищевых продуктов.

Результаты физико-химических показателей представлены в таблице 3.

Таблица 3

Физико-химические показатели изделий

Наименование показателя	Контроль	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4
Влажность, %	3,3	3,6	3,6	3,1
Кислотность, град	2,75	2,5	2,6	3,4

Массовая доля влаги в исследуемых образцах находилась в пределах от 3,3 до 3,6 %, кислотность – от 2,5 до 3,4 град, что соответствовало требованиям ТУ 10.72.12-004-90259564-2022 [12]. Изменение кислотности и влажности исследуемых образцов обусловлено изменением соотношения рецептурных компонентов.

Содержание пищевых веществ в разработанных хлебцах производилось расчетным способом на основании данных о количестве и химическом составе внесенного сырья. Расчет суточной потребности в пищевых веществах производился на основе суточных энергетических затрат [12].

Расчетное содержание пищевых веществ в образце №1 (контрольном образце) и образце №4 представлено в табл. 4.

Таблица 4

Расчетное содержание пищевых веществ

Пищевые вещества	Образец №1 (контрольный образец)	Образец №4	Суточная потребность в пищевых веществах
Белки, г	12,9	23,4	75,0
Жиры, г	9,1	9,0	83,0
Углеводы, г	76,5	54,2	365
Пищевые волокна, г	3,0	7,6	30
Минеральные вещества, мг			
Ca	18,0	46,0	1000
Fe	1,3	2,4	14,00
Mg	21,0	78,0	400
P	112,0	286,0	800
K	134,0	421,0	3500
Витамины, мг			
E	1,3	1,4	15
K, мкг	1,6	11,8	120
B_1	0,18	0,42	1,5
B_2	0,12	0,29	1,8
PP	1,6	4,8	20,0
B_4	22,0	48,0	500
B_5	0,41	0,86	
B_9	16,0	54,0	400
β-каротин. мкг	0,00	640,0	5000

Расчет пищевой ценности показал, что в разработанных хлебцах содержание белка увеличено на 10,5%, углеводов снижено на 22,3%, количество пищевых волокон увеличено на 4,6%, минеральных веществ Ca - на 28,0%, Mg- на 57,0%, P - на 174,0%, Fe- на 1,3%, K – на 287%, витаминов B_1- на 24%, B_2 - на 17%, B_9 - на 38%, β-каротин 64 % по сравнению с контрольным образцом.

Употребление 100 г хлебцев удовлетворяет суточную потребность организма в белке на 30,67 %, жирах – на 10,84%, углеводах - на 14,8%, пищевых волокнах – на 25,3 %, витамине - B_1 на 28,0%, PP- на 24,0%, железе-на 17,14 %, магнии - на 19,5

%, фосфоре- на 35,75 %, К- на 9,83%. Обоснован выбор и соотношение гречневой муки, муки пшеничной из цельного зерна и льняной клетчатки в рецептуре хлебцев функционального назначения.

Установлено, что в качестве рецептурных компонентов целесообразно использовать гречневую муку в количестве 28%, муку пшеничную из цельного зерна в количестве 52 % от массы муки и льняную клетчатку в количестве 4%.

Разработан метод балловой оценки, который позволяет детально изучить влияние рецептурных компонентов на органолептические показатели качества разработанных изделий.

Разработана рецептура производства хлебцев функционального назначения.

Исследованы органолептические, физико-химические показатели качества разработанных изделий.

Установлено, что внесение гречневой муки, муки пшеничной из цельного зерна и льняной клетчатки в рецептуре хлебцев привело к изменению органолептических показателей, физико-химические показатели качества менялись не значительно, но оставались приделах норм ТУ 10.72.12-004-90259564-2022 [12].

Произведен расчёт пищевой ценности полученных хлебцев. Результаты определения пищевой ценности разработанных изделий подтвердили эффективность включения в состав рецептур гречневой муки, муки пшеничной из цельного зерна и льняной клетчатки, обеспечивающих существенное повышение содержания пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саитова М.Э. Совершенствование ассортимента и оценка диетических свойств мучных изделий с использованием гречневой муки: автореф. дис. … канд. техн. наук. 2018. 23 с.

2. Дзахмишева И.Ш., Тамахина А.Я. Инновационные биотехнологии функциональных хлебобулочных изделий: монография. Нальчик: Принт Центр, 2021. 160 с.

3. Государственный аграрный университет Северного Зауралья. Функциональные хлебобулочные изделия с использованием нетрадиционного сырья. 2024. с. 263-270.

4. Techno-functional, nutritional, antioxidant and prebiotic potential of underutilized buck wheat flour from Western Himalayas of Jammu and Kashmir. ScienceDirect. 2025.

5. Пользу цельнозерновой пшеничной муки для здоровья доказали в новом исследовании. AgroXXI. 2024.

6. Ловкис, З. В. Применение клетчатки льняной как физиологически функционального ингредиента в производстве обогащенных пищевых концентратов / З. В. Ловкис, Ю. С. Усеня, М. Ю. Уложинова [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2019. – Т. 57, № 3. – С. 368–378. – DOI: 10.29235/1817-7204-2019-57-3-368-378.

7. Онищук, М. В. Исследование влияния клетчатки льна на показатели качества тестовых полуфабрикатов и готовых изделий / М. В. Онищук, Н. А. Фалендыш, Т. И. Ищенко // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений : материалы III Международной научно-технической конференции, 30–31 октября 2013. – Воронеж : ВГУИТ, 2013. – С. 231–232.

8. Капрельянц Л.В., Журлова Е.Д. Ферментированные пищевые волокна отрубей – стимулятор роста пробиотических культур. 2015.

9. ГОСТ 31645-2012 Мука для продуктов детского питания. Технические

условия. М.:Стандартинформ, 2013. 11с.

10. ГОСТ 21094-2022 Изделия хлебобулочные. Методы определения влажности. М.: Российский институт стандартизации, 2022. 13с.

11. ГОСТ 5670-96 Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2006. 7с.

12. ТУ 10.72.12-004-90259564-2022 Вафельные изделия без начинки «КЭНАПСЫ». Технические условия. ООО «Здоровое питание КЭНАПС», 2022. 11 с.

13. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и в пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.

REFERENCES

1. Saitova, M.E., “Improving the Product Range and Assessing the Dietary Properties of Flour Products Using Buckwheat Flour: Abstract of a Cand. Sci. (Eng.) Dissertation.” 2018. 23 p.

2. Dzakhmisheva, I.Sh., Tamakhina, A.Ya., “Innovative Biotechnologies of Functional Bakery Products: Monograph.” Nalchik: Print Center, 2021. 160 p.

3. Northern Trans-Urals State Agrarian University. Functional Bakery Products Using Unconventional Raw Materials. 2024. pp. 263-270.

4. Techno-functional, nutritional, antioxidant, and prebiotic potential of underutilized buck wheat flour from Western Himalayas of Jammu and Kashmir. ScienceDirect. 2025.

5. Health benefits of whole grain wheat flour demonstrated in a new study. AgroXXI. 2024.

6. Lovkis, Z. V. Use of flax fiber as a physiologically functional ingredient in the production of fortified food concentrates / Z. V. Lovkis, Yu. S. Usenia, M. Yu. Ulozhinova [et al.] // News of the National Academy of Sciences of Belarus. Gray Agricultural Sciences. – 2019. – Vol. 57, No. 3. – Pp. 368–378. – DOI: 10.29235/1817-7204-2019-57-3-368-378.

7. Onishchuk, M. V. Study of the influence of flax fiber on the quality indicators of dough semi-finished and finished products / M. V. Onishchuk, N. A. Falendysh, T. I. Ishchenko // New in the technology and engineering of functional food products based on medical and biological views: Proceedings of the III International Scientific and Technical Conference, October 30–31, 2013. – Voronezh: VSUET, 2013. – P. 231–232.

8. Kaprelyants L. V., Zhurlova E. D. Fermented dietary fiber of bran – a stimulator of growth of probiotic cultures. 2015.

9. GOST 31645-2012 Flour for baby food products. Specifications. Moscow: Standartinform, 2013. 11 p.

10. GOST 21094-2022. Bakery products. Methods for determining moisture content. Moscow: Russian Institute of Standardization, 2022. 13 p.

11. GOST 5670-96. Bakery products. Methods for determining acidity. Moscow: FSUE Standartinform, 2006. 7 p.

12. TU 10.72.12-004-90259564-2022. Wafer products without filling "KENAPSY". Specifications. OOO "Healthy Nutrition KENAPS", 2022. 11 p.

13. Methodical recommendations MR 2.3.1.0253-21 "Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation.

УДК 575.11:634.8.09 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-75-79

Фрагментный анализ сортообразцов винограда на основе 9 str-локусов

Fragment analysis of grape variety samples based on 9 str loci

Профессор П.М. Джамбетова, старший преподаватель З.И. Бисултанова,
ФБГОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», кафедра клеточной биологии, морфологии и микробиологии, petimat-lg@rambler.ru
доцент Л.А. Титова,
ФБГОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», кафедра плодоовощеводства и виноградарства, larisa-titova-1976@mail.ru

Professor P.M. Dzhambetova, Senior Lecturer Z.I. Bisultanova,
Kadyrov Chechen State University, Department of Cell Biology, Morphology and Microbiology, petimat-lg@rambler.ru
Associate Professor L.A. Titova,
Kadyrov Chechen State University, Department of Fruit and Vegetable Growing and Viticulture, larisa-titova-1976@mail.ru

Аннотация. Проведен фрагментный анализ ДНК новых высокопродуктивных зимо-морозостойких сортообразцов винограда: Ирс, Даймохк и Барт с использованием 9 STR-локусов методом генотипирования на основе коротких тандемных повторов (STR) с использованием платформы капиллярного электрофореза «НАНОФОР 05» (ООО НПО «Синтол», Москва) на базе Центра коллективного пользования ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова». Сравнение выявленных ДНК-профилей по микросателлитным локусам VVS2, VVMD5, VVMD7, VVMD25, VVMD27, VVMD28, VVMD32, VrZAG62, VrZAG79 с ДНК-профилями известных сортов винограда Международной базе данных (https://www.vivc.de/) не выявило совпадения аллельного состава сортообразцов с известными сортами. Изученные сортообразцы четко генетически дифференцированы, как минимум есть один общий аллель с родительскими сортами, что убедительно свидетельствует о родственных связях родитель/потомство. Также изученные сортообразцы четко генетически дифференцированы, как минимум есть один общий аллель с родительскими сортами, что убедительно свидетельствует о родственных связях родитель/потомство. Таким образом, результаты исследования позволяют считать, выведенные сотрудниками ЧГУ им. А.А. Кадырова сортообразцы Ирс, Барт и Даймохк, новыми генотипами винограда.

Abstract. A fragment analysis of DNA of new highly productive winter-hardy grape varieties Irs, Daimokhk and Bart was carried out using 9 STR loci by genotyping based on short tandem repeats (STR) using the NANOFOR 05 capillary electrophoresis platform (OOO NPO Sintol, Moscow) at the Shared Use Center of the A.A. Kadyrov Chechen State University. Comparison of the identified DNA profiles for the microsatellite loci VVS2, VVMD5, VVMD7, VVMD25, VVMD27, VVMD28, VVMD32, VrZAG62, VrZAG79 with the DNA profiles of known grape varieties in the International Database (https://www.vivc.de/) revealed no match in the allelic composition of the variety accessions with the known varieties. The studied grape accessions are clearly genetically differentiated, sharing at least one common allele with the parent varieties, which strongly suggests a parent-offspring relationship. The studied grape accessions are also clearly genetically differentiated, sharing at least one common allele with the parent varieties, which strongly suggests a parent-offspring relationship. Thus, the study's results allow us to consider the Irs, Bart, and Daimokhk grape accessions developed by researchers at the A.A. Kadyrov ChSU to be new grape genotypes.

© П.М. Джамбетова, З.И. Бисултанова, Л.А. Титова, 2026

Ключевые слова: STR-локусы, сортообразцы винограда, генотипирование, фрагментный анализ.

Keywords: STR loci, grape accessions, genotyping, fragment analysis.

Одним из широко культивируемых видов в мире является виноград Vitis vinifera L. subsp. sativa (DC.) Hegi. Свое происхождение культурный виноград ведет от двудомного дикого сородича V. vinifera L. subsp. sylvestris (Gmel.) Hegi, простирающегося от Южного Кавказа до Ближнего Востока (региона под названием «Плодородный полумесяц) и стран Центральной Азии. [5]. Дикорастущая лиана Vitis vinifera – это в основном обитатель умеренных биомов, произрастает вдоль берегов рек, а также в аллювиальных и коллювиальных лиственных и полулиственных лесах [4]. Культивирование и одомашнивание виноградной лозы относят к седьмому и четвертому тысячелетию до нашей эры в географической области между Черным морем и Ираном [7]. Ключевой особенностью культурных разновидностей V. vinifera sylvestris является гермафродитный тип цветка, тогда фенотип дикого винограда – двудомность [1]. Большинство современных сортов винограда, созданные начиная с начала 19 века получены при многочисленных селекционных скрещиваниях сделало большинство культивируемых сортов высокогетерозиготными.

Несмотря на свою способность адаптироваться к различным условиям окружающей среды, виноградная лоза является одной из наиболее чувствительных ягодных культур к нехватке воды и сильной засухе, и морозам; следовательно, она представляет собой серьезную проблему для виноградарей. Альтернативой является разработка и отбор, посредством направленных скрещиваний, новых сортов винограда, лучше адаптированных к специфическим условиям виноградарской зоны, при этом сохраняющих хорошие агрономические свойства, качество винограда и энологические характеристики [6]. Высокий уровень гетерозиготности, обусловленный сочетанием спонтанной или контролируемой гибридизации и отбора соматических мутаций, позволяет решать многие проблемы, связанные с сортовой идентификацией и анализом родословных [2]. Гетерозиготность определяется варьированием микросателлитных локусов ДНК. ФГБОУ ВО «ЧГУ им. А.А. Кадырова» реализует программу по разработке сортов винограда с улучшенными свойствами для виноградодельческих районов с экстремальными климатическими условиями. Программа направлена на создании новых зимоморозостойких генотипов, на основе традиционных и современных методов селекции и их идентификацию. В настоящее время сорта идентифицируются различными методами. Среди них STR-анализ на основе капиллярного электрофореза. Микросателлиты являются наиболее применимыми молекулярными маркерами для многих видов растений из-за их кодоминантности, огромного числа повторов и высокой частоты в селективно нейтральной области. Они оказались полезными для создания генетических паспортов, оценки разнообразия подвоев и сортов, а также межвидовых гибридов.

Целью настоящего исследования явился анализ генотипов, выведенных в университете сортоообразцов винограда Ирс, Даймохк и Барт методом типирования на основе коротких тандемных повторов (STR). Объект исследований – новые высокопродуктивные зимоморозостойкие сортообразцы винограда: Ирс (Бируинца × Шалфейный), Даймохк (Восторг идеальный × Einset seedless) и Барт (Талисман × Оригинал), выведенные в ФГБОУ ВО «ЧГУ им. А.А. Кадырова» совместно с ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко. *Выделение ДНК.* Геномная ДНК из молодых листьев была выделена с использованием набора реагентов «СОРБ-ГМО-Б» для выделения ДНК на кремниевом сорбенте (ООО НПФ «Синтол», Москва); в качестве лизирующего агента набор содержит ионный детергент СТАВ, которые обеспечивает максимальный выход ДНК из растительных компонентов. ДНК выделена на базе оборудования ЦКП

ФГБОУ ВО «ЧГУ им. А.А. Кадырова». Выделенную ДНК хранили при температуре – 20°С и при -40°С до использования. Качество и количество геномной ДНК оценивали с помощью флуориметра Qubit™ 3.0 (Invitrogen) и набора реагентов для измерения концентрации двуцепочечной ДНК «СинКвант BR ДНК» (ООО НПФ «Синтол», Москва). Из 100 мг листьев было выделено от 6,3 до 520 нг/мкл геномной ДНК. Образцы ДНК доводили до рабочих концентраций путем добавления ионизированной воды.

Генотипирование новых сортообразцов винограда Ирс, Даймохк, Барт. Генотипирование проводили с помощью набора реагентов для ДНК паспортизации сортов винограда «ГенЭксперт-Виноград» ((ООО НПФ «Синтол», Москва) на основе мультиплексного ПЦР-анализа 9 микросателлитных локусов, содержащих короткие тандемные повторы (Short Tandem Repeat) или STR-локусов: VVS2, VVMD5, VRZAG62, VVMD32, VRZAG79, VVMD27, VVMD28, VVMD25, VMMD7 (основные для генотипирования Vitis vinifera). В качестве референсного сорта был использован сорт Pinot Nour. Анализ генотипов проводился в два этапа. На первом этапе получали фрагменты ДНК методом ПЦР. Условия ПЦР были следующими: стадия денатурации ДНК при температуре 95°С в течение 60 секунд, стадия из 30 циклов, каждый из которых включал этап денатурации в течение 10 секунд при температуре 95°С, этап отжига микросателлитных праймеров при температуре 50°С 10 секунд и синтеза фрагментов при температуре 60°С в течение 2 минут. Полученные ампликоны подвергались плавлению при температуре 95°С в течение 10 минут, а затем проводили анализ полученных фрагментов с использованием платформы капиллярного электрофореза «НАНОФОР 05» от компании ООО НПО «Синтол», Москва. Микросателлитные маркеры являются полезными для генетической характеристики сортов [3], и в настоящее время в плодовых культурах и винограде используются в основном динуклеотидные и небольшое количество тринуклеотидных повторов. В данном исследовании с использованием 9 микросателлитных STR-локусов, была проведена генотипизация небольшой выборки из 3-х новых сортообразцов винограда: Ирс, Даймохк, Барт. Каждый сортоообразец проверялся в трех повторах. Контрольным образцом был использован сорт Pinot Nour. Исходные данные профилей пиков анализировались с помощью программного обеспечения «GeneMarker», разработанного компанией SoftGenetics. Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Размер микросателлитных аллелей исследуемых сортообразцов винограда

Наименования сортообразцов	STR-локусы								
	VVS2	VVMD5	VRZAG62	VVMD32	VRZAG79	VVMD27	VVMD28	VVMD25,	VMMD7
	127,0-177,9	222,5-274,6	173,1-230	242,3-299,6	234,6-276,7	168,2-222,2	226,1-290,6	150,5-190,3	235,5-278,8
	Аллели*								
ИРС	133 141	236 238	180 190	240 262	255 259	182 182	234 234	241 267	237 247
ДАЙМОХК	149,8 149,8	233,8 233,8	189,5 203,7	272 272	261 261	190,2 190,2	244 270	171,7 171,7	239 253
БАРТ	133 135	238 240	188 194	250- 256	255 255	182 194	226 226	241 255	243 251

*- размер аллелей указан в парах нуклеотидов

Анализ полученных данных показывает, что сортообразцы четко генетически дифференцированы, как минимум, есть один общий аллель с родительскими сортами, что убедительно свидетельствует о родственных связях родитель/потомство.

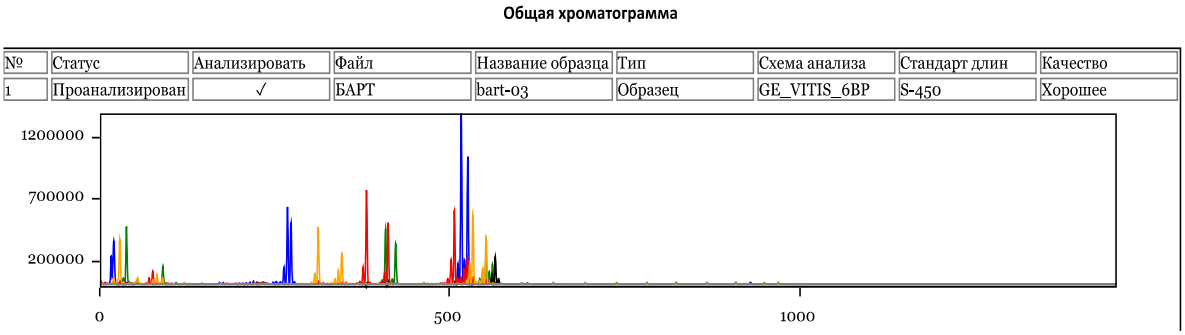


Рис. 2 Общая хроматограмма 9 STR-локусов сортообразца Барт, полученная «Нанофором 05»

Сравнение выявленных ДНК-профилей по микросателлитным локусам VVS2, VVMD5, VVMD7, VVMD25, VVMD27, VVMD28, VVMD32, VrZAG62, VrZAG79 с ДНК-профилями известных сортов винограда Международной базе данных (https://www.vivc.de/) не выявило совпадения аллельного состава сортообразцов с известными сортами. Нами также был проведен программный анализ полученных данных с помощью ПО «ГенЭксперт-Виноград» (ИАП РАН, г. Санкт-Петербург), который подтвердил, что полученные генотипы сортообразцов Ирс, Даймохк, Барт не соответствуют ни одному из известных генотипов и являются уникальными. Заключение. Таким образом, проведенный фрагментный анализ позволяет считать выведенные сотрудниками ЧГУ им. А.А. Кадырова сортообразцы Ирс, Барт, Даймохк, новыми генотипами винограда. Также, проведенное исследование и полученные результаты позволяют предполагать, что для гармонизации определения аллелей и обеспечения полной сопоставимости данных, надо расширить список анализируемых STR-маркеров, а также наряду с короткими маркерами использовать длиннолокусные фрагменты. Кроме того, сотрудниками предполагается проведение дальнейших исследований генотипов для выявления локусов, генетически контролирующих ценные сортовые признаки винограда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьева Е.А. Полногеномное секвенирование культурных и дикорастущих форм винограда (Vitis vinifera L.). / Григорьева Е.А., Агаханов М.М., Александрова И.В., Волков В.А. //Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции, 2019. - №5(1). С.13-18. DOI 10.18699/Letters2019-5-2

2. Милованов А.В. Генотипирование новых перспективных технических протоклонов винограда с использованием микросателлитных маркёров. / Милованов А.В., Звягин А.С., Трошин Л.П. //Политический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2014. - №98. – С. 675-685

3. Cipriani G. A set of microsatellite markers with long core repeat optimized for grape (Vitis spp.) genotyping. / Cipriani G, Marrazzo MT, Di Gaspero G, Pfeiffer A, Morgante M, Testolin R. //BMC Plant Biol., 2008 . - №8. – С.127. doi: 10.1186/1471-2229-8-127.

4. Cola G. The Status of Wild Grapevine (Vitis vinifera L. subsp. sylvestris (C.C. Gmel.) Hegi) Populations in Georgia (South Caucasus). /Cola G, De Lorenzis G, Failla O,

Kvaliashvili N, Kikilashvili S, Kikvadze M, Mamasakhlisashvili L, Mdinaradze I, Chipashvili R, Maghradze D. //Plants (Basel), 2025. - №14(2). – С.232. doi: 10.3390/plants14020232.

5. D'Onofrio C. Parentage Atlas of Italian Grapevine Varieties as Inferred From SNP Genotyping. /D'Onofrio C, Tumino G, Gardiman M, Crespan M, Bignami C, de Palma L, Barbagallo MG, Muganu M, Morcia C, Novello V, Schneider A, Terzi V. //Front Plant Sci., 2021. - №11:605934. doi: 10.3389/fpls.2020.605934

6. Fernández-López DJ. Productiveness and Berry Quality of New Wine Grape Genotypes Grown under Drought Conditions in a Semi-Arid Wine-Producing Mediterranean Region. /Fernández-López DJ, Fernández-Fernández JI, Martínez-Mora C, Bleda-Sánchez JA, Ruiz-García L. //Plants (Basel), 2022 -№11(10):1363. doi: 10.3390/plants11101363.

7. Terral JF. Evolution and history of grapevine (Vitis vinifera) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. / Terral JF, Tabard E, Bouby L, Ivorra S, Pastor T, Figueiral I, Picq S, Chevance JB, Jung C, Fabre L, Tardy C, Compan M, Bacilieri R, Lacombe T, This P. //Ann Bot. 2010. - №105(3). – P.443-455. doi: 10.1093/aob/mcp298.

REFERENCES

1. Grigorieva E.A. Full-genome sequencing of cultivated and wild-growing forms of grapes (Vitis vinifera L.). / Grigorieva E.A., Agakhanov M.M., Alexandrova I.V., Volkov V.A. //Letters to the Vavilov Journal of Genetics and Breeding, 2019. - №5(1). Pp.13-18. DOI 10.18699/Letters2019-5-2

2. Milovanov A.V. Genotyping of new promising technical grape varieties using microsatellite markers. / Milovanov A.V., Zvyagin A.S., Troshin L.P. //Political Network electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University, 2014, No. 98, pp. 675-685

3. Cipriani G. A set of microsatellite markers with long core repeat optimized for grape (Vitis spp.) genotyping. / Cipriani G, Marrazzo MT, Di Gaspero G, Pfeiffer A, Morgante M, Testolin R. //BMC Plant Biol., 2008 . - №8. – С.127. doi: 10.1186/1471-2229-8-127.

4. Cola G. The Status of Wild Grapevine (Vitis vinifera L. subsp. sylvestris (C.C. Gmel.) Hegi) Populations in Georgia (South Caucasus). /Cola G, De Lorenzis G, Failla O, Kvaliashvili N, Kikilashvili S, Kikvadze M, Mamasakhlisashvili L, Mdinaradze I, Chipashvili R, Maghradze D. //Plants (Basel), 2025. - №14(2). – С.232. doi: 10.3390/plants14020232.

5. D'Onofrio C. Parentage Atlas of Italian Grapevine Varieties as Inferred From SNP Genotyping. /D'Onofrio C, Tumino G, Gardiman M, Crespan M, Bignami C, de Palma L, Barbagallo MG, Muganu M, Morcia C, Novello V, Schneider A, Terzi V. //Front Plant Sci., 2021. - №11:605934. doi: 10.3389/fpls.2020.605934

6. Fernández-López DJ. Productiveness and Berry Quality of New Wine Grape Genotypes Grown under Drought Conditions in a Semi-Arid Wine-Producing Mediterranean Region. /Fernández-López DJ, Fernández-Fernández JI, Martínez-Mora C, Bleda-Sánchez JA, Ruiz-García L. //Plants (Basel), 2022 -№11(10):1363. doi: 10.3390/plants11101363.

7. Terral JF. Evolution and history of grapevine (Vitis vinifera) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. / Terral JF, Tabard E, Bouby L, Ivorra S, Pastor T, Figueiral I, Picq S, Chevance JB, Jung C, Fabre L, Tardy C, Compan M, Bacilieri R, Lacombe T, This P. //Ann Bot. 2010. - №105(3). – P.443-455. doi: 10.1093/aob/mcp298.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 635.82 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-80-88

Исследование влияния интенсивности дыхания свежесрезанных культивируемых грибов на их качественное хранение, с учетом особенностей рас и штаммов

Investigation of the effect of respiration intensity of freshly cut cultivated mushrooms on their quality storage, taking into account the characteristics of races and strains

Профессор И.И. Медведкова,
ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, кафедра товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства, тел. +79493190858, imedinna@mail.ru
зав. кафедрой С.А. Соколов,
ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, кафедра общеинженерных дисциплин, тел. +79493455041, sokoloff1906@mail.ru
зав. кафедрой А.А. Яшонков,
ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», кафедра машин и аппаратов пищевых производств, тел. +79787017599, jashonkov@rambler.ru

Professor I.I. Medvedkova,
Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Department of Commodity science of food products and expertise of agricultural products, Tel. +79493190858, imedinna@mail.ru
Head of Department S.A. Sokolov,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky", Department of General Engineering Disciplines, Tel. +79493455041, sokoloff1906@mail.ru
Head of Department A.A. Yashonkov,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kerch State Maritime Technological University", Department of Machines and Apparatus for Food Production, Tel. +79787017599, jashonkov@rambler.ru

Аннотация. На основании проведения лабораторных опытов были установлены факторы, определяющие качество и срок годности шампиньонов. Важность изучения продолжительности хранения этих грибов в зависимости от их дыхательной активности, температурного режима и специфики различных рас и штаммов продиктована несколькими ключевыми аспектами, напрямую влияющими на экономическую целесообразность и доступность этого востребованного продукта для потребителя. Способность грибов поставлять организму человека белок высокого качества, сходный по аминокислотному профилю с животным, делает их чрезвычайно ценным пищевым ресурсом, особенно в контексте здорового и сбалансированного питания. Шампиньоны, будучи продуктами с коротким сроком хранения, склонны к быстрому увяданию, ухудшению консистенции, потере товарного вида и вкусовых характеристик. Понимание взаимосвязи между интенсивностью дыхания грибов и условиями их хранения может способствовать разработке практических мер по продлению их свежести.

Объектами исследования служили шампиньоны различных рас и штаммов: белой расы – В-92 и В-86; кремовой расы – В-24; коричневой расы – ГДР-2 и №273. Грибы хранились при температурах 18,5±1,5 °С; 6,5±1 °С и 1±1 °С при относительной влажности воздуха 85 %.

Проведенные исследования позволили прийти к следующим заключениям: шампиньоны разных рас и штаммов отличаются по объему и составу компонентов внутритканевого газового состава,

© И.И. Медведкова, С.А. Соколов, А.А. Яшонков, 2026



структурной прочности, интенсивности дыхания и сохранности. К основным факторам, помимо температуры окружающей среды, влияющим на сохранность грибов, относятся консистенция; дыхательная активность, зависящая от биологических особенностей сорта и культуры шампиньонов; объем внутритканевого газового состава и содержание его компонентов. При этом наибольшее значение имеет содержание углекислого газа – чем оно выше, тем дольше сохраняются шампиньоны.

Abstract. Based on laboratory experiments, factors determining the quality and shelf life of champignons have been identified. The importance of studying the storage duration of these mushrooms, depending on their respiratory activity, temperature regime, and the specifics of different races and strains, is dictated by several key aspects that directly influence the economic feasibility and consumer accessibility of this in-demand product. The ability of mushrooms to supply the human body with high-quality protein, similar in amino acid profile to animal protein, makes them an extremely valuable food resource, especially in the context of healthy and balanced nutrition. Champignons, being products with a short shelf life, are prone to rapid wilting, deterioration of consistency, loss of marketable appearance, and taste characteristics. Understanding the relationship between the intensity of mushroom respiration and their storage conditions can contribute to the development of practical measures to extend their freshness.

The research objects were champignons of various races and strains: white race – B-92 and B-86; cream race – B-24; brown race – GDR-2 and No. 273. The mushrooms were stored at temperatures of 18.5±1.5 °C; 6.5±1 °C, and 1±1 °C at a relative air humidity of 85%.

The conducted research led to the following conclusions: champignons of different races and strains differ in the volume and composition of their internal tissue gas components, structural strength, respiration intensity, and preservation. Besides external temperature, key elements influencing the storage duration of mushrooms encompass texture; breathing rate, determined by the strain's biological traits and cultivation methods for champignons; as well as the makeup of gases within internal tissues and their proportions. Among them, the level of carbon dioxide stands out as most critical – elevated concentrations enable champignons to stay fresh for extended periods.

Ключевые слова: свежие шампиньоны, температура хранения, интенсивность дыхания, влажность, консистенция, срок хранения

Keywords: fresh champignons, storage temperature, respiration rate, humidity, consistency, shelf life

Производство свежих культивируемых грибов открывает широкие перспективы в контексте продовольственной безопасности. В условиях растущего населения и ограниченности традиционных источников белка, грибная продукция становится не просто дополнением, а стратегически важным элементом продовольственной системы. Способность грибов обеспечивать организм человека высококачественным белком, сопоставимым по аминокислотному составу с животным, делает их крайне ценным продуктом, особенно в рамках здорового и сбалансированного питания [1].

Недостаточная продолжительность хранения грибов, в частности шампиньонов, является существенным вызовом, который требует оперативного решения. Это ограничение напрямую влияет на логистические цепочки, возможности дистрибуции и, как следствие, на доступность свежих грибов для потребителей. Преодоление этого барьера позволит не только нарастить объемы производства, но и обеспечить более стабильное и равномерное снабжение населения этим ценным пищевым ресурсом, минимизируя потери и повышая эффективность всей отрасли [2].

Для поддержания здорового образа жизни населения критически важно наличие разнообразных источников питательных веществ. Грибы, помимо белка, богаты витаминами, минералами и антиоксидантами, что делает их неоспоримым компонентом рациона, направленного на профилактику заболеваний и укрепление иммунитета [3]. Развитие технологий культивации и хранения грибов является прямым инвестированием в общественное здоровье и благосостояние [4].

Актуальность исследования сроков хранения шампиньонов в зависимости от их уровня дыхания, температуры хранения и особенностей разных штаммов обусловлена несколькими ключевыми факторами, напрямую влияющими на экономическую эффективность и потребительскую доступность этого популярного

продукта. Шампиньоны, будучи скоропортящимся продуктом, подвержены быстрому увяданию, изменению текстуры, потере товарного вида и вкусовых качеств [5, 6, 7]. Понимание того, как интенсивность дыхания грибов коррелирует с условиями хранения, может предложить практические решения для продления их свежести.

Целью статьи является исследование влияния различных факторов на качество и сохранность шампиньонов, что позволит обосновать наиболее эффективный способ для продления срока их хранения.

Исследование ставит перед собой ряд ключевых задач, направленных на всестороннее изучение заявленной проблемы:

1. Провести сравнительный анализ влияния различных температурных режимов на физико-химические показатели качества грибов. Это включает в себя оценку потери массы, изменение текстуры, развитие микробиологических процессов и органолептические характеристики (цвет, аромат, вкус) шампиньонов при варьировании температур хранения.
2. Определить корреляции между интенсивностью дыхания шампиньонов различных рас и штаммов и скоростью протекания деградационных процессов. Изучение респираторной активности позволит выявить штаммы с более низким метаболизмом, что потенциально свидетельствует о более высокой устойчивости к порче и, соответственно, о возможности более длительного хранения.
3. Установить оптимальный температурный режим хранения для каждой из исследуемых рас и штаммов шампиньонов. Эта задача предполагает проведение экспериментов по хранению грибов при температурах, близких к нулю, при умеренных положительных температурах и при комнатной температуре, с последующим мониторингом качеств.
4. Разработать рекомендации по применению наиболее эффективного способа хранения, учитывающего как температурный режим, так и особенности конкретного штамма шампиньонов. Результаты исследования в совокупности должны позволить обосновать технологические решения, направленные на максимальное продление срока годности продукции при сохранении ее высоких потребительских свойств.

Объектом исследования были шампиньоны различных рас и штаммов: белой расы – В-92 и В-86; кремовой – В-24; коричневой расы – ГДР-2 и №273 [6, 8].

Качество и сохранность шампиньонов устанавливали по следующим показателям [5, 9, 10]:

– интенсивность дыхания по поглощению кислорода манометрическим методом Варбурга;

– содержание влаги с помощью метода высушивания – арбитражным методом;

– внутритканевый газовый состав определяли методом газовой хроматографии;

– консистенция – по ГОСТ 34958-2023 «Грибы шампиньоны свежие культивируемые».

Шампиньоны хранили при температурах 18,5±1,5 °С; 6,5±1 °С и 1±1 °С при относительной влажности воздуха 85 %.

Результаты исследований по хранению шампиньонов различных штаммов и рас позволили установить, что скорость протекания биохимических процессов в шампиньонах в целом можно оценить по интенсивности дыхания. Высокий уровень дыхания (примерно в 5 раз выше, чем в яблоках) обусловлен рядом факторов, в частности, большой площадью соприкосновения оболочек гиф с воздухом. Наибольшей интенсивностью дыхания характеризуются шампиньоны белой расы, наименьшей – коричневой (табл. 1).

Таблица 1

Интенсивность дыхания и уровень аэробного потенциала шампиньонов в зависимости от рас и штаммов (t=18,5±1,5 °С)

Штамм	Интенсивность дыхания, мкл O_2 /г•час ($НСР_{05}$ = 4,2)	Коэффициент аэробности, мл/кг/мин ($НСР_{05}$ = 0,015)
В-92	101,0	1,10
В-86	106,0	1,10
В-24	94,9	1,13
ГДР-2	90,6	1,15
№273	85,1	1,15

Данные представленной таблицы выявляют зависимость интенсивности дыхания и уровня аэробного потенциала шампиньонов от штамма и температурных условий (t=18,5±1,5 °С). Как видно из данных, существуют различия в этих показателях между различными штаммами грибов. Штамм В-86 показывает наибольшую интенсивность дыхания (106,0 мкл O_2 /г•час), в то время как штамм №273 демонстрирует наименьший показатель (85,1 мкл O_2 /г•час). Это свидетельствует о различной метаболической активности исследуемых штаммов в заданных условиях.

Коэффициент аэробности, являющийся индикатором способности грибов использовать кислород для энергетических процессов, также варьируется в зависимости от штамма. Штаммы ГДР-2 и №273 имеют самый высокий коэффициент аэробности (1,15 мл/кг/мин), что может указывать на их более высокую эффективность в аэробных условиях по сравнению с другими штаммами. В то же время, штаммы В-92 и В-86 имеют более низкий коэффициент аэробности (1,10 мл/кг/мин), несмотря на их высокую интенсивность дыхания.

В такой же последовательности расы шампиньонов отличаются по объему и составу внутритканевого газового состава (ВТГС) (табл. 2). Наибольшим объемом ВТГС характеризуются штаммы белой расы. Существенных различий по этому показателю между штаммами шампиньонов кремовой и коричневой рас не установлено.

Таблица 2

Биофизические показатели качества шампиньонов в зависимости от рас и штаммов (t=18,5±1,5 °С)

Штамм	Содержание влажности, % ($НСР_{05}$ = 4,5)	Объем ВТГС, об. % ($НСР_{05}$ = 1,3)	Состав ВТГС, %		Консистенция, мПа·10^3 ($НСР_{05}$ = 0,4)
			CO_2 ($НСР_{05}$ = 0,4)	O_2 ($НСР_{05}$ = 0,5)	
В-92	91,4	29,9	6,1	6,7	3,55
В-86	91,9	30,2	6,2	6,8	3,67
В-24	90,8	26,7	6,7	7,6	4,32
ГДР-2	89,9	26,9	6,8	7,8	4,36
№273	90,9	27,4	6,7	7,7	4,33

Представленные биофизические показатели качества шампиньонов, выращенных в контролируемых условиях (18,5±1,5 °С), позволяют провести детальный анализ влияния различных штаммов на ключевые характеристики продукции. Особое внимание следует уделить влагосодержанию, объему ВТГС, составу ВТГС (углекислого газа и кислорода), а также консистенции грибов. Сравнительный анализ данных свидетельствует о наличии статистически значимых

различий ($НСР_{05}$) по всем исследуемым параметрам, что подчеркивает важность выбора оптимального штамма для достижения высоких качественных показателей.

Штамм В-92 имеет одно из самых высоких значений влагосодержания (91,4%), при этом его показатели объема ВТГС (29,9 об.%) и консистенции (3,55 мПа•10^3) находятся на уровне, близком к минимальным в выборке. Это может указывать на определенные особенности гидратации и клеточной структуры, влияющие на текстуру и потенциальную сохранность. В то же время, штамм В-86, имея схожее влагосодержание (91,9%), показывает несколько более высокий объем ВТГС (30,2 об.%) и незначительно лучшую консистенцию (3,67 мПа•10^3).

Наиболее выраженные различия прослеживаются в штаммах, относящихся к группе ГДР-2 и №273, а также В-24. Штаммы В-24, ГДР-2 и №273 характеризуются более низким содержанием влаги (89,9-90,8%) по сравнению с штаммами В-92 и В-86. Однако, эти штаммы показывают более высокий объем ВТГС (26,7-27,4 об.%), что может свидетельствовать об их лучшей способности к наполнению газами в процессе обработки.

Важным аспектом является состав ВТГС. Во всех исследованных штаммах наблюдается тенденция к повышенному содержанию диоксида углерода (CO_2) относительно кислорода (O_2), однако абсолютные значения варьируются. Например, штамм ГДР-2 показывает наивысшие значения как CO_2 (7,8%), так и O_2 (7,8%), что может быть связано со спецификой метаболизма или клеточной проницаемости. Штамм В-24, напротив, демонстрирует наименьший объем ВТГС, но при этом имеет достаточно высокое содержание газов в составе, что в комбинации с самой низкой влажностью и самой высокой консистенцией (4,32 мПа•10^3) указывает на потенциально более плотную структуру.

В целом, данные свидетельствуют о том, что штаммы ГДР-2, №273 и В-24 характеризуются более плотной структурой и, возможно, лучшей стабильностью при хранении, что обусловлено более низким влагосодержанием и высокой консистенцией. Штаммы В-92 и В-86, напротив, более влажные, но при этом имеют больший объем ВТГС. Выбор конкретного штамма для промышленного производства будет зависеть от приоритетных качественных характеристик, таких как текстура, срок хранения или вкусовые предпочтения потребителей.

Важно подчеркнуть, что размер шляпки гриба напрямую коррелирует с объемом ВТГС. Именно разница в количестве ВТГС выступает одним из ключевых факторов, определяющих период хранения шампиньонов. Скорость биохимических трансформаций в процессе хранения плодовых тел во многом определяется компонентным составом ВТГС. Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что наименьшие концентрации CO_2 наблюдаются в штаммах белой расы, для которых характерна сниженная сохранность.

Механизм действия газовых компонентов ВТГС на интенсивность дыхания имеет сложную природу и до конца не изучен. Известно, что при высоком содержании кислорода равновесие гликолиза и цикла три - и дикарбоновых кислот сдвигается в сторону конечных продуктов – CO_2 и H_2O. в противоположность этому, окисление запасных веществ замедляется вследствие накопления CO_2 и снижения содержания O_2. Однако при определенных их концентрациях и соотношении может наступить анаэробное дыхание. Исследования показали, что интенсивность дыхания шампиньонов находится в прямой зависимости от аэробности (табл.1). При этом, чем более рыхлой является консистенция плодовых тел, тем меньше в них содержание CO_2 и ниже коэффициент аэробности (табл. 2). Соответственно этому уменьшается и срок хранения шампиньонов.

Штаммы шампиньонов различаются по содержанию влаги (табл. 2), а следовательно, сухих веществ. Эти различия еще более заметны по их

консистенции. Шампиньоны белой расы имеют менее плотную консистенцию, чем кремовой или коричневой. Неоднородность консистенции у шампиньонов разных рас и штаммов обусловливает и разное содержание ВТГС в плодовых телах. Исследования изменения интенсивности дыхания шампиньонов в процессе хранения при всех исследуемых температурных режимах показали, что в целом тенденции однотипны: после пика снижения уровня дыхания наблюдается его рост.

При снижении температуры хранения значения показателя меньше, и пики оказываются с запаздыванием во времени. Так, выявленные закономерности показывают (табл. 3), что интенсивность дыхания шампиньонов через сутки снижается и достигает минимума через 48 часов, затем постепенно повышается. Это, очевидно, обусловлено процессом созревания спор, что хорошо согласуется с изменением цвета спороносных пластинок, которое происходит в такой последовательности: бледно-розовые, розовые, светло-бежевые, светло-коричневые, коричневые. По мере созревания спор шляпки постепенно раскрываются, при этом этот процесс происходит интенсивнее с повышением температуры хранения шампиньонов.

Таблица 3

Изменение интенсивности дыхания различных рас и штаммов шампиньонов в процессе хранения (t=1±1 ˚С), мкл O_2 /г·час

Срок хранения, часы	В-92	В-86	В-24	ГДР-2	№273
24	12,5	13,7	11,4	11,9	11,1
48	8,3	9,2	8,1	10,0	7,8
72	13,5	16,1	12,7	12,4	10,8
96	22,4	23,8	14,4	13,9	12,2
120	22,5	25,9	19,9	19,2	18,7
144	-	-	24,4	24,5	23,1

$НСР_{05}$ = 1,1

По полученным нами данным, изменение цвета спороносных пластинок и раскрытие шляпок грибов наиболее интенсивно происходит в штаммах белой, менее интенсивно – кремовой и коричневой рас. Соответственно указанной последовательности изменяется интенсивность дыхания и консистенция плодовых тел (табл. 2, 4).

Таблица 4

Изменение консистенции шампиньонов различных рас и штаммов в процессе хранения (t=1±1 ˚С), мПа·10^3

Срок хранения, часы	В-92	В-86	В-24	ГДР-2	№273
24	3,75	3,81	4,50	4,52	4,57
48	3,78	3,81	4,52	4,53	4,59
72	3,71	3,76	4,46	4,43	4,48
96	3,65	3,71	4,29	4,20	4,27
120	3,42	3,55	4,19	4,12	4,16
144	-	-	4,97	3,84	3,97

$НСР_{05}$ = 0,21

Анализ результатов указывает на различия в способности штаммов сохранять исходную консистенцию. В начале хранения плотность тканей шампиньонов возрастает и остается стабильной в течение определенного интервала времени, а к

концу хранения ослабляется. Это связано с тем, что в начале хранения гифы плодовых тел уплотняются из-за сокращения межклеточного пространства и испарения влаги под действием низких температур, в результате концентрация сухих веществ в соке возрастает, соответственно повышается структурная прочность шампиньонов. В течение хранения расходуются питательные вещества и испаряется влага, а клетки в результате этого становятся вялыми, что приводит к снижению структурной прочности. Этот процесс сопровождается увеличением объема ВТГС и изменением концентрации его компонентов: содержание CO_2 возрастает, а O_2 – снижается.

В начальный период хранения (24-48 часов) все исследуемые штаммы, за исключением, возможно, штамма №273, показывают относительную стабильность показателя консистенции. Наиболее устойчивыми в этот период оказываются штаммы В-92 и В-86, выявляя минимальные колебания значений. Штаммы В-24, ГДР-2 и №273, напротив, показывают чуть более высокие значения, однако разница в пределах погрешности, указанной как $НСР_{05}$ = 0,21, позволяет говорить о некоторой неоднородности в начальных характеристиках.

С течением времени (от 72 до 120 часов) наблюдается общая тенденция к снижению показателя консистенции у большинства штаммов. Это может свидетельствовать о протекании биохимических процессов, приводящих к деградации клеточных стенок и размягчению тканей грибов. Штаммы В-92 и В-86 продолжают находиться на более низких и стабильных значениях, что может указывать на их лучшую сохранность. Штаммы В-24, ГДР-2 и №273 показывают более выраженное снижение, но их значения остаются выше, чем у первых двух.

К 144 часам хранения наблюдается критическое изменение в данных. У штаммов В-92 и В-86 показатель консистенции не представлен (обозначен прочерками), что может означать полную потерю их товарных качеств или выход из диапазона измерений. В то же время, у штаммов В-24, ГДР-2 и №273 вновь отмечается увеличение показателя консистенции. Это явление требует дополнительного исследования, но может быть связано с процессами аутолиза или начальными стадиями порчи, приводящими к временному изменению структуры.

Штаммы В-92 и В-86 обладают наилучшей способностью к сохранению консистенции в течение первых 120 часов хранения при 1 °С. Штаммы В-24, ГДР-2 и №273 обладают более высокой начальной консистенцией, но их стабильность в долгосрочном хранении вызывает вопросы, особенно в свете аномального повышения показателя к 144 часам.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

– шампиньоны различных рас и штаммов характеризуются неодинаковым обье-мом и составом компонентов ВТГС, структурной прочностью, интенсивностью дыхания и сохранностью;

– основными факторами, влияющими на сохранность грибов, помимо температуры внешней среды, являются консистенция; интенсивность дыхания, зависящая от биологических особенностей расы и штамма шампиньонов; объем внутритканевого газового состава и содержание его компонентов, при этом более значительным является содержание углекислого газа – чем он больше, тем лучше сохраняются шампиньоны.

Изучение взаимосвязи между уровнем дыхания шампиньонов и температурой хранения открывает перспективы для разработки усовершенствованных методик хранения, которые могли бы существенно увеличить срок годности продукции. Это, в свою очередь, приведет к снижению потерь на всех этапах цепочки поставок — от производителя до конечного потребителя, повысит рентабельность производства и сделает свежие шампиньоны более доступными и качественными для потребителей.



ЛИТЕРАТУРА

1. Потребление грибов и грибной продукции в России. Прогноз до 2028 года. М.: Информанализ, 2021. 365 с.
2. Салимов В.А. Продовольственный кризис и угроза голода на Земле // Вестник Удмуртского университета. Социология. Политология. Международные отношения. 2024. Т. 8, № 1. С. 77–82. DOI: https://doi.org/ 10.35634/2587-9030-2024-8-1-77-82. EDN: GRBACV.
3. Николаева М.А., Бакайтис В.И., Рязанова О.А. Влияние химического состава на пищевую ценность свежих грибов // Индустрия питания. 2021. Т. 6, № 3. С. 84–92. DOI: https://doi.org/10.29141/2500- 1922-2021-6-3-10. EDN: ZHBFOR.
4. Хренов А.В. Производство шампиньонов в России // Школа грибоводства. 2025. № 1. С. 14–19.
5. Умбрейт В.В., Бурис Р.Х., Штауфер Дж.Ф. Манометрические методы изучения тканевого обмена. М. : Изд-во иностр. лит., 1951. 360 с.
6. Медведкова И.И. Выход стандартной продукции свежих культивируемых шампиньонов при хранении их в различных температурных режимах // Разработка и применение наукоёмких технологий в интересах модернизации современного общества : Монография. Уфа : ООО "Аэтерна", 2024. С. 83–97. – EDN SRWDBG.
7. Шишкина Н.С., Карастоянова О.В., Федянина Н.И., Коровкина Н.В. Применение комплексной радиационнохолодильной технологии для антисептирования и сохранения качества шампиньонов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. № 82(3). С. 58–64. DOI: https://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-3-58-64. EDN: LIJPMC.
8. Медведкова И.И., Соколов С.А., Яшонков А.А. Динамика содержания ферментов при хранении свежих культивируемых грибов Agaricus bisporus коричневой расы // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2025. № 1. С. 52–60. – EDN CTOKDS.
9. Методы биохимического исследования растений / Под ред.А.И. Ермакова. Ленинград.: Изд-во Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
10. Пищевая химия / [Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др.]; под ред. А. П. Нечаева. Издание 4-е, испр. и доп. СПб.: ГИОРД, 2007. 40 с.

REFERENCES

1. Mushroom and Mushroom Product Consumption in Russia. Forecast up to 2028. M.: Informanaliz, 2021. 365 p.
2. Salimov V.A. Food Crisis and the Threat of Hunger on Earth // Bulletin of Udmurt University. Sociology. Political Science. International Relations. 2024. Vol. 8, No. 1. P. 77–82. DOI: https://doi.org/10.35634/2587-9030-2024-8-1-77-82. EDN: GRBACV.
3. Nikolaeva M.A., Bakaitis V.I., Ryazanova O.A. Influence of Chemical Composition on the Nutritional Value of Fresh Mushrooms // Food Industry. 2021. Vol. 6, No. 3. pp. 84–92. DOI: https://doi.org/10.29141/2500-1922-2021-6-3-10. EDN: ZHBFOR.
4. Khrenov A.V. Champignon Production in Russia // Mushroom Growing School. 2025. No. 1. pp. 14–19.
5. Umbreit W.W., Burris R.H., Stauffer J.F. Manometric Techniques for the Study of Tissue Metabolism. M.: Foreign Literature Publishing House, 1951. 360 p.
6. Medvedkova I.I. Yield of Standard Fresh Cultivated Champignon Products During Storage at Various Temperature Regimes // Development and Application of

High-Tech Technologies in the Interests of Modern Society: Monograph. Ufa: OOO "Aeterna", 2024. pp. 83–97. – EDN SRWDBG.

7. Shishkina N.S., Karastoyanova O.V., Fedyanina N.I., Korovkina N.V. Application of Complex Radiation-Refrigeration Technology for Antiseptic Treatment and Preservation of Champignon Quality // Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies. 2020. No. 82(3). pp. 58–64. DOI: https://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-3-58-64. EDN: LIJPMC.

8. Medvedkova I.I., Sokolov S.A., Yashonkov A.A. Dynamics of Enzyme Content During Storage of Fresh Cultivated Brown Race Agaricus bisporus Mushrooms // Bulletin of Kerch State Marine Technological University. 2025. No. 1. pp. 52–60. – EDN CTOKDS.

9. Methods of Biochemical Research of Plants / Ed. by A.I. Ermakov. Leningrad: Agropromizdat Publishing House, 1987. 430 p.

10. Food Chemistry / [Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetkova A.A. et al.]; ed. by A.P. Nechaev. 4th edition, revised and supplemented. St. Petersburg: GIORD, 2007. 40 p.

УДК 663.911.1 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-89-106

Экспериментальный подбор оптимальных технологических параметров экстракции нетрадиционного растительного сырья для разработки рецептур сокосодержащих плодоовощных напитков

Experimental selection of optimal technological parameters for the extraction of non-traditional plant raw materials for the development of formulations of juice-containing fruit and vegetable drinks

Доцент Г.Ю. Арутюнова, профессор Х.Р. Сиюхов, доцент С.А. Гишева, доцент М.М. Удычак, старший преподаватель Б.Б. Сиюхова,
Майкопский государственный технологический университет, кафедра технологии, машин и оборудования пищевых производств +7 (8772) 57-12-84, mayyja-udychak@rambler.ru

Associate Professor G. Y. Arutyunova, Professor K. R. Siyukhov, Associate Professor S. A. Gisheva, Associate Professor M. M. Udychak, Senior Lecturer B. B. Siyukhova,
Maikop State Technological University, chair of Technology, Machinery and Equipment, tel. +7 928-468-50-47, mayyja-udychak@rambler.ru.

Аннотация. В настоящее время уделяется большое внимание разработке напитков профилактической направленности, которые могут способствовать укреплению здоровья и снижению риска развития различных заболеваний. Одним из перспективных направлений является использование нетрадиционного растительного сырья для извлечения биологически активных веществ (БАВ) и их последующее применение в технологии сокосодержащих напитков.

Нетрадиционное растительное сырьё может содержать широкий спектр биологически активных веществ, таких как флавоноиды, фенольные кислоты, антиоксиданты и другие. Это позволяет создавать напитки с разнообразными детоксикационными и антиоксидантными свойствами. Некоторые виды нетрадиционного растительного сырья обладают уникальными свойствами, которые могут быть полезны для здоровья. Например, растения могут оказывать противовоспалительное, антибактериальное или противовирусное действие. Иногда нетрадиционное растительное сырьё бывает и дешевле, чем традиционные ингредиенты, используемые в производстве напитков. Это может сделать такие напитки более доступными для широкого круга потребителей. Нетрадиционное растительное сырьё может быть использовано для извлечения БАВ с помощью различных методов, таких как экстракция, мацерация или ферментация. В статье рассматривается проектирование композиций сокосодержащих овощных напитков профилактической направленности из традиционного и нетрадиционного растительного сырья, используемого виде экстрактов.

Исследованы и разработаны способы оптимального экстрагирования нетрадиционного растительного сырья современными методами для извлечения биологически активных веществ (БАВ) и использовании их в технологии сокосодержащих напитков профилактической направленности с высокими детоксикационными и антиоксидантными свойствами. Обоснованы и разработаны рецептуры сокосодержащих плодоовощных напитков с экстрактами нетрадиционного растительного сырья.

Abstract. Currently, more and more attention is being paid to the development of preventive drinks that can promote health and reduce the risk of developing various diseases. One of the promising directions is the use of non-traditional plant raw materials for the extraction of biologically active substances (BAS) and their subsequent application in the technology of juice drinks. Non-traditional plant raw materials may contain a wide range of biologically active substances, such as flavonoids, phenolic acids, antioxidants, and others. This allows you to create drinks with a variety of detoxifying and antioxidant properties.

© Г.Ю. Арутюнова, Х.Р. Сиюхов, С.А. Гишева, М.М. Удычак, Б.Б. Сиюхова, 2026

Some types of non-traditional herbal raw materials have unique properties that can be beneficial to health. For example, plants can have anti-inflammatory, antibacterial, or antiviral effects.

Sometimes non-traditional herbal raw materials are cheaper than traditional ingredients used in the production of beverages. This can make such drinks more accessible to a wide range of consumers.

Non-traditional plant raw materials can be used to extract BAS using various methods such as extraction, maceration or fermentation.

The article discusses the design of compositions of juice-containing vegetable drinks of a preventive nature from traditional and non-traditional plant raw materials in the form of extracts.

The methods of optimal extraction of non-traditional plant raw materials by modern methods for the extraction of biologically active substances (BAS) and their use in the technology of juice-containing preventive drinks with high detoxification and antioxidant properties have been investigated and developed. Formulations of juice-containing fruit and vegetable drinks with extracts of non-traditional vegetable raw materials have been substantiated and developed.

Ключевые слова: традиционное и нетрадиционное растительное сырье, биологически активные вещества, экстракция, экстракты, детоксиканты, антиоксиданты, разработка рецептур, овощные напитки.

Keywords: traditional and non-traditional plant raw materials, biologically active substances, extraction, extracts, detoxifiers, antioxidants, formulation development, and vegetable drinks.

На сегодняшний день, невзирая на ощутимый прогресс человечества в сфере здравоохранения, высокотехнологичных разработок и обеспечения необходимыми ресурсами, отмечается устойчивый рост распространенности патологических состояний и показателей летальности, который находится в прямой корреляционной зависимости от неблагоприятного влияния экологических детерминант внешней среды обитания человека. Экологические заболевания (Environmental disease) могут быть напрямую связаны с вредными для здоровья факторами окружающей среды. К таким факторам относятся воздействие токсичных химических веществ, радиация, загрязнение воздуха, воды и ненадлежащие санитарно-гигиенические условия.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) более 14 миллионов смертей ежегодно происходят по экологическим причинам. Примерно две пятых младенческой смертности в развивающихся странах связано с факторами окружающей среды. Распространенные заболевания современного человека, такие как сердечно-сосудистые заболевания, нарушения обмена веществ, нейродегенеративные заболевания и рак, тесно связаны с экологическими проблемами.

На территории ряда субъектов Российской Федерации, относящихся к Центральному, Приволжскому, Уральскому и Сибирскому федеральным округам, характеризующихся интенсивной промышленной деятельностью, разработкой сырьевых месторождений и эксплуатацией природных ресурсов, выявлена актуальная эколого-гигиеническая проблема деградации водных экосистем малых водоёмов и отдельных участков рек средней протяжённости. Анализ обширного массива данных гидрохимического мониторинга свидетельствует о превалировании неудовлетворительных показателей качества водной среды («загрязнённая вода») и фиксируемых эпизодах экстремального ухудшения экологической ситуации («крайне загрязнённые водотоки») [1].

Загрязнения окружающей среды оказывают негативное воздействие и на качество пищевых продуктов. Накопление токсичных элементов, присутствующих в пище, могут представлять опасность для здоровья человека, вызывая интоксикацию, нарушение работы организма и изменение иммунной системы. Это, в свою очередь, может привести к функциональным нарушениям и ослаблению иммунной реакции. Особое внимание следует уделять вопросам негативного воздействия экологической обстановки на подрастающее поколение).

Чтобы предотвратить негативные последствия неблагоприятной экологической обстановки, рекомендуется включать в рацион продукты, обогащённые детоксикантами и Р-активными веществами. К таким веществам относятся пектины, лигнины, целлюлоза, катехины, лейкоантоцианы, флавонолы и антоцианы.

Детоксиканты помогают связывать и выводить из организма вещества, которые могут негативно повлиять на иммунную систему.

Р-активные вещества способствуют нормализации кровяного давления, укреплению стенок сосудов и обладают антитоксичным действием. Они связывают ионы тяжёлых металлов, что может помочь защитить организм от вредных воздействий.

Сложные, многокомпонентные смеси из традиционного и нетрадиционного растительного сырья, смоделированные для усиления химической активности отдельных элементов и продукта в целом, могут служить для профилактики экологических заболеваний.

Соки и сокосодержащие напитки удобная и комфортная форма, получения детоксикантов и биологические активных веществ для потребителя.

У россиян развита культура употребления соков и сокосодержащих напитков во время еды. Многие начинают свой день со стакана свежевыжатого фруктового или овощного сока, который, как считается, обеспечивает освежающее и питательное начало дня. Помимо коммерческого производства, во многих российских семьях существует традиция приготовления фруктовых и овощных сокосодержащих напитков собственного производства. Домашние сокосодержащие напитки высоко ценятся за их свежесть и натуральный вкус.

Разработка рецептурных композиций сокосодержащих напитков функционального назначения предполагает тщательное исследование перспективных видов растительного сырья, характеризующегося высокими показателями содержания антиоксидантов и детоксифицирующих агентов. Традиционные источники растительного происхождения, включая плодоовощные продукты, богаты ценнейшими биофлавоноидами, такими как каротиноиды, витаминный комплекс группы В, флавоноидные гликозиды, ликопины, клетчатка, антоциановые пигменты и разнообразные органические кислоты, способствующие эффективному снижению окислительного стресса и нейтрализации экзогенных токсинов. Проведение анализа качественного и количественного содержания антиоксидантных соединений в биологическом материале растительного происхождения обеспечивает научно обоснованную оценку перспективности его включения в качестве функциональных ингредиентов при разработке рецептур отечественных безалкогольных напитков массового потребления [2].

Дополнительно была изучена целесообразность включения редких фитохимических комплексов в форме экстрактов, ранее не используемых в промышленной технологии производства соковой продукции, но широко распространённых в естественной среде обитания Республики Адыгея. Эти экстракты обладают уникальным набором полифенольных антиоксидантов, ароматобразующих соединений и функциональных нутриентов, отвечающих современным стандартам здорового питания и повышающих уровень адаптивных возможностей организма потребителя, обеспечивая направленные профилактико-защитные свойства готового продукта и улучшая качество жизни целевой аудитории.

Объекты и методы исследования: экстракты из свежего растительного сырья (трава портулака огородного, корня лопуха большого, базилика), полученные при различных режимах и параметрах экстрагирования (водная мацерация); растительные экстракты, полученные с использованием современного способа

экстрагирования - УЗ – экстракция; лабораторные образцы разработанных сокосодержащих напитков.

Современные методы экстракции направлены на увеличение выхода активных компонентов, максимальное истощение сырья и обогащение конечного продукта целевыми биологически активными веществами (БАВ). Существует множество схем экстракции, каждая из которых имеет свои особенности и применяется в зависимости от типа сырья, свойств целевых веществ и требований к конечному продукту. В работе были исследованы и разработаны способы оптимального экстрагирования традиционного и нетрадиционного растительного сырья для извлечения биологически активных веществ (БАВ) и использовании их в технологии сокосодержащих напитков профилактической направленности с высокими антиоксидантными свойствами.

Для анализа использовали средние пробы нетрадиционного растительного сырья, которые отбирались в соответствии с указаниями ГОСТа 24027.0-80 "Сырье лекарственное растительное. Правила приемки и методы отбора проб".

Исследования проводились следующими методами: водной мацерации, кислотной экстракции, УЗ-экстракции.

Водная мацерация предполагает использование экстрагентом очищенной воды. Вода проникает в клетки растения и растворяет содержащиеся в них вещества. Затем полученный раствор фильтруется [3].

Кислотная экстракция. Метод основан на использовании лимонной кислоты для извлечения веществ из растительного сырья. Лимонная кислота является более мягким экстрагентом, чем другие кислоты и позволяет сохранить некоторые полезные свойства растений, например, при извлечении пектина [4]. Лимонную кислоту в количестве 0,09 - 0,15 % от массы воды применяли для базилика и корня лопуха.

УЗ-экстракция. При этом методе используется ультразвук, который ускоряет процесс экстракции, разрушая клеточные стенки растений и увеличивая площадь контакта экстрагента с клетками. Работы проводились на ультразвуковом технологическом аппарате серии «Волна» модель УЗТА-0,8/22-ОМУ. Воздействие ультразвуком на экстракты проводили в течение 300, 420, 600 секунд с интервалом в 15 минут.

Для оценки эффективности процесса экстрагирования использовали различные критерии, включая определение содержания биологически активных веществ в полученных экстрактах.

Чистота экстракта: оценка содержания примесей в экстракте. Чистота экстракта важна для его дальнейшего использования.

Экономическая эффективность: соотношение затрат на проведение процесса и полученных результатов. Этот критерий важен для промышленного применения.

Стабильность и воспроизводимость: способность процесса давать стабильные и воспроизводимые результаты при повторении.

Безопасность и экологичность: оценка воздействия процесса на здоровье человека и окружающую среду.

Базилик содержит широкий спектр биологически активных соединений, в их числе эфирные масла, фенольные соединения, включая флавоноиды и антоцианы [5]. На данном этапе работы устанавливали оптимальный способ экстрагирования базилика (*Ocimum Basilicum L*) для получения экстракта с высокой антиоксидантной активностью для использования в технологии сокосодержащих напитков профилактической направленности.

С целью определения оптимальных режимов экстракции, анализировались 3 способа:

водная мацерация;

водная мацерация с использованием УЗ;
кислотная экстракция с использованием лимонной кислоты.

Измельченный до размера частиц 2-3 мм базилик (*Ocimum Basilicum L*) заливали рассчитанным объемом дистиллированной воды температурой +60±2 ^{0}C, с учетом коэффициента поглощения сырья. Соотношение сырье: экстрагент - 1:10 (по весу). Экстракцию проводили на водяной бане при температуре +60 - +70^{0}C в течение 60 минут. Затем смесь охлаждали до комнатной температуры и фильтровали. При проведении испытаний опытный образец экстракта получали измельчением стеблей и листьев до размера 2-3 мм, гидромодуль 1:10; температура дистиллированной воды t+60±2^{0}C, после чего насадку генератора погружали в подготовленный образец и проводили обработку смеси ультразвуком 300, 420, 600 секунд с интервалом в 15 минут. Смесь выдерживали на водяной бане 60 минут, охлаждали и фильтровали (таблица 1).

Таблица 1

Содержание БАВ в сырье и экстракте базилика

Сырье	Флавоноиды мг/кг			Витами, С мг/кг			Сумма титруемых органических кислот, %		
Базилик	t=60^{0}C		t=70^{0}C	t=60^{0}C		t=70^{0}C	t=60^{0}C		t=70^{0}C
	55,25		51,31	22,00		18,42	1,27		0,98
Экстракт	время воздействия, с			время воздействия, с			время воздействия, с		
	300	420	600	300	420	600	300	420	600
	261,11	302,72	248,31	111,10	115,82	110,31	3,87	4,95	3,57
	Лимонная кислота 0.09			Лимонная кислота 0.09			Лимонная кислота 0.09		
	56,12		54,71	46,05		38,58	1,91		1,47
	Лимонная кислота 0,15			Лимонная кислота 0,15			Лимонная кислота 0,15		
	57,71		55,55	110,00		92,10	1,99		1,92

Содержимое водной фракции флавоноидов подвержено значительным колебаниям, зависящим от ботанико-сортовых особенностей, географического положения плантаций, технологий извлечения и климатических характеристик вегетационного периода. Установлено, что усреднённые показатели суммарного содержания флавоноидов в водном растворе колеблются в границах от 51,31 до 57.25 мг/кг. Наиболее распространёнными представителями данной группы являются: апигенин, кверцетин, лютеолин. Эти соединения обладают ярко выраженными антиоксидантными свойствами, защищающими клеточные структуры организма человека от окислительного стресса, вызванного активностью свободных радикалов, и снижающими вероятность возникновения дегенеративных патологий хронического характера.

На следующем этапе исследований вносили расчетное количество лимонной кислоты (0,09 - 0,15 % от массы воды). Измельченный до размера частиц 2-3 мм базилик *(Ocimum Basilicum L)* заливали рассчитанным объемом дистиллированной воды температурой +60±2^{0}C, с учетом коэффициента поглощения сырья. Соотношение сырье: экстрагент - 1:10 (по весу).

Экстракцию проводили на водяной бане при температуре +60±2^{0}C в течение 30 минут. Далее вносили лимонную кислоту в количестве 0,09 % и 0,015 % от массы

воды и проводили экстракцию в течение 5 мин. Смесь охлаждали до комнатной температуры и фильтровали.

Анализ данных показывает, что внесение лимонной кислоты в количестве 0,09 % в экстракт базилика привело к увеличению антиоксидантной активности в 2,5 раза (46,05 мг/кг аскорбиновой кислоты). Увеличение концентрации лимонной кислоты до 0,15 % способствовало увеличению антиоксидантной активности экстракта в 5 раз. Применение ультразвуковой экстракции способствует значительному повышению уровня антиоксидантной активности экстракта базилика: флавоноидов до 302,72 мг/кг, суммы титруемых органических кислот от 0,98 до 4,95%.

Для подбора оптимальных условий процесса экстрагирования *травы портулака огородного (Herba Portulacae oleracea L.* надземная часть*)* температурный режим экстракции варьировался от +40±2^{0}С и +70±2^{0}С. Оценку полученным экстрактам проводили по содержанию флавоноидов и органических кислот.

5 гр. травы портулака огородного (*Herba Portulacae oleracea L.*) (листья и стебли) измельченного до размера частиц 1-2 мм помещали в колбу со шлифом и заливали рассчитанным объемом дистиллированной воды с учетом коэффициента поглощения сырья.

Экстракцию проводили на водяной бане**,** затем смесь охлаждали до комнатной температуры и фильтровали.

Для определения оптимальных параметров экстракции было изучено влияния температурных режимов, степени измельчения сырья, соотношения сырье: экстрагент, кратности экстракции на выход БАВ (таблицы 2-3).

Таблица 2

Оптимальные параметры экстракции при температуре +40±2^{0}С

Постоянный параметр процесса	Изменяемый параметр	Содержание органических кислот, %	Содержание суммы флавоноидов, %
Степень измельчения			
	0,5	1,4±0,1	0,53±0,1
	1,0	1,9±0,1	0,66±0,1
	2,0	2,1±0,1	0,69±0,1
Соотношение массы сырья к объему экстрагента			
Степень измельчения 2,0 мм	1:5	2,4±0,1	0,41±0,1
	1:10	1,6±0,1	0,4±0,1
	1:20	1,2±0,1	0,39±0,1
Время экстракции			
Соотношение сырье: экстрагент 1:5; степень измельчения 1,0 - 2,0 мм	20	1,5±0,1	0,34±0,1
	40	1,9±0,1	0,39±0,1
	60	2,3±0,1	0,4±0,1
Кратность экстракции			
Соотношение сырье: экстрагент 1:5; степень измельчения 1,0 - 2,0 мм., время экстракции 60 мин.	1	2,2±0,1	0,29±0,1
	2	2,33±0,1	0,31±0,1

Исходя из полученных данных оптимальные параметры экстракции травы портулака огородного при температуре +40±2^{0}С. Степень измельчения составляет 2,0 мм, поскольку именно при таком размере частиц достигается максимальный выход обоих целевых компонентов. Соотношение масса сырья: объем экстрагента 1:5. Максимальная эффективность экстракции наблюдается при времени 60 минут.

Несмотря на повышение содержания органических кислот при второй экстракции, разница минимальна. Следовательно, экономически оправданнее проводить одну экстракцию.

Результаты эффективности извлечения биологически активных веществ из экстракта, полученного из травы портулака огородного *(Herba Portulacae oleracea L.* надземная часть) при температуре +70±2^{0}С представлены в таблице 3.

Таблица 3

Определения оптимальных параметров экстракции травы портулака огородного при температуре +70±2^{0}С

Постоянный параметр процесса	Изменяемый параметр	Содержание органических кислот, %	Содержание суммы флавоноидов, %
Степень измельчения			
	0,5	0,98±0,1	0,51±0,1
	1	1,01±0,1	0,54±0,1
	2	1,1±0,1	0,53±0,1
Соотношение массы сырья к объему экстрагента			
Степень измельчения 2,0 мм	1:5	1,8±0,1	0,37±0,1
	1:10	1,4±0,1	0,33±0,1
	1:20	1,1±0,1	0,3±0,1
Время экстракции			
Соотношение сырье: экстрагент 1:5; степень измельчения 2,0 мм	20	1,1±0,1	0,32±0,1
	40	1,3±0,1	0,35±0,1
	60	1,2±0,1	0,3±0,1
Кратность экстракции			
Соотношение сырье: экстрагент 1:5; степень измельчения 2,0 мм., время экстракции 60 мин.	1	1,2±0,1	0,3±0,1
	2	1,15±0,1	0,26±0,1

Как видно из полученных данных температура влияет на скорость реакции: при повышении температуры до +70°С наблюдается снижение концентрации экстрактивных веществ, особенно органических кислот. Максимальное содержание органических кислот при +40°С достигает 2,4%, а при +70°С снижается до 1,8%. Флавоноиды незначительно снижены при повышенной температуре (+70°С). Время экстракции при +70°С сокращается до 40 минут против 60 минут при +40°С.

Экстракция при температуре +40°С обеспечивает значительно лучшее качество продукта, позволяя сохранить большее количество ценных веществ. Повышенная температура ускоряет реакцию, однако снижает общее содержание биодоступных веществ.

На следующем этапе проведено исследование экстракта травы портулака огородного (*Herba Portulacae oleracea L* надземная часть). Портулак огородный (*Portulacae oleracea L)* характеризуется высоким содержанием биологически активных соединений, проявляет выраженные противовоспалительные и антиоксидантные свойства. Экспериментально установлено, что экстракты данного растения способствуют значительному снижению ранних проявлений повышенной сосудистой проницаемости и развития легочного отёка, индуцированных гипобарической гипоксией у лабораторных животных.

Для проведения испытаний опытные образцы экстрактов получали путем измельчения до размера частиц от 1,0 до 2,0 мм травы портулака огородного (*Herba Portulacae oleracea L* надземная часть). Далее полученные навески (10 г) помещали в мерную колбу и заливали дистиллированной водой температурой 40±2^{0}С, после чего насадку генератора погружали в подготовленный образец и проводили обработку смеси ультразвуком 300, 480, 600 секунд с интервалом в 15 минут.

Смесь выдерживали на водяной бане:1 образец – 30 мин, 2 образец - 60 мин.

Затем проводили фильтрацию через бумажный фильтр в мерную колбу. Отфильтрованный экстракт охлаждали до температуры 18^{0}С.

Результаты эффективности извлечения биологически активных веществ из травы портулака огородного (*Herba Portulacae oleracea L* надземная часть) при температуре +40±2^{0}С и УЗ воздействия представлены в таблице 4.

Таблица 4

Определения оптимальных параметров экстракции травы портулака огородного при температуре +40±2^{0}С

Постоянный параметр процесса	Изменяемый параметр	Содержание органических кислот, %	Содержание суммы флавоноидов, %
Степень измельчения			
	0,5	2,0±0,1	0,6±0,1
	1,0	2,3±0,1	0,65±0,1
	2,0	2,7±0,1	0,72±0,1
Соотношение массы сырья к объему экстрагента			
Степень измельчения 1,0 - 2,0 мм	1:5	2,9±0,1	0,41±0,1
	1:10	2,5±0,1	0,4±0,1
	1:20	2,1±0,1	0,39±0,1
Время экстракции			
Соотношение сырье: экстрагент 1:5; степень измельчения 1,0 - 2,0 мм	30	2,6±0,1	0,34±0,1
	60	3,0±0,1	0,39±0,1
Обработка смеси ультразвуком			
	300	3,3±0,1	0,31±0,1
	420	2,8±0,1	0,29±0,1
	600	2,5±0,1	0,26±0,1
Кратность экстракции			
Соотношение сырье: экстрагент 1:5; степень измельчения 2,0 мм., время экстракции 60 мин.	1	2,8±0,1	0,29±0,1
	2	3,3±0,1	0,31±0,1

Наибольшее содержание органических кислот и флавоноидов было достигнуто при степени измельчения 2,0 мм, соотношении сырья к экстрагенту 1:5 и времени экстракции 60 минут. Ультразвуковая обработка положительно влияет на эффективность экстракции, особенно при длительности 300 секунд. Повторная экстракция увеличивает выход целевых компонентов.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что портулак огородный представляет собой ценный природный источник антиоксидантов и органических кислот, оказывающих положительное воздействие на человеческий организм. Включив в рацион продукты, богатые этими веществами, можно поддержать иммунитет, улучшить работу пищеварительной системы и повысить общее самочувствие.

Оценку биологически активных веществ в экстракте, полученном из корня лопуха большого *(Arctium tomentosum)* проводили на содержание фенольных веществ, в том числе лигнанов, флавоноидов, фенольных кислот, жирных кислот и витаминов.

В качестве способа экстракции применяли мацерацию, а также использование лимонной кислоты в количестве 0,09 - 0,15 % от массы воды и УЗ – экстракцию.

Исходя из теоретических основ экстракции корня лопуха большого *(Arctium tomentosum)* [6] решено использовать следующие условия: измельченность сырья от 2,0 до 3,0 мм, соотношения сырья: экстрагента 1:10 (по весу), время экстракции 60 мин, использование лимонной кислоты, температурный режим +70±2^{0}С, УЗ – экстракция 300, 420, 600 секунд с интервалом в 15 минут.

1 способ. Аналитическую пробу корней измельченных до размера частиц 2,0 – 3,0 мм заливали рассчитанным объемом дистиллированной воды температурой +70±2^{0}С с учетом коэффициента поглощения сырья. Соотношение сырье: экстрагент 1:10 (по весу). Экстракцию проводили на водяной бане при температуре +70±2^{0}С, +75±2^{0}С, +80±2^{0}С в течение 60 минут. Отфильтрованный экстракт охлаждали до температуры 18^{0}С. Результаты эффективности извлечения биологически активных веществ по первому способу из корня лопуха большого *(Arctium tomentosum)* представлены в таблице 5.

Таблица 5

Содержание БАВ в экстракте корня лопуха большого *(Arctium tomentosum)*, произрастающего в РА

БАВ	Содержание, % от массы абс.- сухого сырья температура +70±2^{0}С	Содержание, % от массы абс.- сухого сырья температура +75±2^{0}С	Содержание, % от массы абс.- сухого сырья температура +80±2^{0}С
Фенольные соединения, в том числе: фенолокислоты кумарины	4,23 0,59 0,02	3,73 0,46 0,01	2,44 0,22 0,01
Сапонины	1,05	1,01	0,98
Полисахариды (сумма фруктозидов и фруктозанов): фруктозиды фруктозаны	21,36 3,19 18,22	20,24 2,83 18,00	19,77 2,42 17,98
Витамин С, мг %	13,46	12,13	11,74
Каротиноиды, мг %	4,26	4,22	3,98
Липиды	0,75	0,45	0,30
Эфирное масло	0,11	0,09	0,04
Аминокислоты	6,72	6,12	5,93

Для сохранения максимального количества ценных веществ оптимальна температура +70°С. Повышение температуры существенно уменьшает присутствие липидов, эфирных масел и витамина С, но практически не влияет на общую структуру полисахаридов и аминокислот.

2 способ. Аналитическую пробу корней измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 2,0-3,0 мм и заливали рассчитанным объемом дистиллированной воды температурой +70±2^{0}С с учетом коэффициента поглощения сырья. Соотношение сырье: экстрагент 1:10 (по весу). Вносили лимонную кислоту в количестве 0,09%, 0,15 % от массы воды и проводили экстракцию в течение 60 мин. (таблица 6).

Таблица 6

Содержание БАВ в экстракте корня лопуха большого *(Arctium tomentosum)*, произрастающего в РА

БАВ	Содержание, % от массы абс. сухого сырья содержание л.к. 0,09 %	Содержание, % от массы абс. сухого сырья содержание л.к. 0,15 %
Фенольные соединения, в том числе: фенолокислоты кумарины	7,25 1,11 0,06	8,98 2,32 0,08
Сапонины	1,98	2,98
Полисахариды (сумма фруктозидов и фруктозанов): фруктозиды фруктозаны	35,64 5,71 28,45	38,88 6,97 35,25
Витамин С, мг%	22,51	32,31
Каротиноиды, мг%	5,16	5,28
Липиды	0,89	0,52
Аминокислоты	8,85	8,90

Анализ показал, что введение лимонной кислоты особенно в количестве 0,15% в процессе экстракции улучшает качество конечного продукта, увеличивая содержание фенольных соединений, витамина С и аминокислот. Значимо увеличивается процент извлечения важных антиоксидантов и нутриентов. Однако при добавлении 0,09% и 0,15% лимонной кислоты в экстракте не найдены эфирные масла. 3 способ позволяет определить количество инулина в экстракте. Предлагаемая методика основана на интегрированном подходе, включающем процессы экстрагирования, осаждения и последующего вычисления количества инулина в биологическом материале.Точно взвешенную пробу массой 1,0 г измельчённого вещества с размером частиц от 0,2 до 0,5 мм помещают в реакционный сосуд объёмом 50 мл. Проводят дважды экстрагирование путём добавления поочерёдно 20 мл кипящей дистиллированной воды, после каждого добавления содержимое сосуда обрабатывают ультразвуком частотой 25 кГц при постоянной температуре жидкости 80 °C, продолжительность каждой стадии — 40 минут. Объединённые экстрактивные растворы подвергают многоступенчатой очистке методом фильтрации через многослойную систему, содержащую три слоя марли и слой ваты, расположенную в стеклянной воронке диаметром 5 см. Инулин выделяют осаждением добавлением трёхкратного объёма 96%-го этанола, смесь интенсивно перемешивают и выдерживают при низкой температуре (-18 °C) в течение часа. Образовавшийся осадок отделяют фильтрованием через заранее подготовленный беззольный фильтр.

Отделенный осадок последовательно промывают двумя специальными растворами: Раствор №1 состоит из 96%-го этанола и воды в пропорции 3:1 общим объёмом 15 мл. Раствор №2 содержит одинаковое количество этилацетата и 96%-го этанола общим объёмом 10 мл. Затем осадок сначала подсушивают на воздухе, далее окончательно высушивают при постоянной температуре 100—105 °C до стабилизации массы. Концентрация инулина рассчитывается согласно стандартизированному алгоритму, учитывая массу начального сухого образца (таблица 7). Для интенсификации процесса извлечения БАВ из корня лопуха большого решено применить ультразвук. При разработке методики УЗ-экстракции варьировали температурными режимами экстрагирования, кратностью и длительностью экстрагирования, а также использованием лимонной кислоты.

Таблица 7

Содержание БАВ в экстракте корня лопуха большого

БАВ	Содержание, % от массы абс. сухого сырья
Фенольные соединения, в том числе: фенолокислоты кумарины	8,78 2,42 0,09
Сапонины	3,01
Полисахариды (сумма фруктозидов и фруктозанов): фруктозиды фруктозаны	 39,18 6,99 36,81
Витамин С, мг%	32,41
Каротиноиды, мг%	5,79
Липиды	0,55
Эфирное масло	0,22
Аминокислоты	8,90
Инулин	20,3±0,06

4 способ. Аналитическую пробу сырья измельчаем до размера частиц 2,0-3,0 мм. Около 3 г (точная навеска) измельченного сырья помещаем в колбу вместимостью 100 мл, прибавляем 30 мл воды дистиллированной, нагретой до 70°С, с добавлением лимонной кислоты в количестве 0,15 % от массы воды. Далее, проводили экстрагирование под воздействием ультразвуковых колебаний на экстракт 300, 420, 600 секунд с интервалом в 15 минут. В процессе экстрагирования периодически смесь перемешивалась, затем охлаждалась до комнатной температуры и фильтровалась. Результаты эффективности извлечения биологически активных веществ по 4 способу экстрагирования с использованием УЗ и лимонной кислоты представлены в таблице 8.

Таблица 8

Содержание БАВ в экстракте корня лопуха большого с использованием УЗ и лимонной кислоты

БАВ	Содержание, % от массы абс. сухого сырья Обработка смеси ультразвуком 300 с.	Содержание, % от массы абс. сухого сырья Обработка смеси ультразвуком 420 с.	Содержание, % от массы абс. сухого сырья Обработка смеси ультразвуком 600 с.
Фенольные соединения, в том числе: фенолокислоты кумарины	7,25 1,11 0,06	8,98 2,32 0,08	10,98 4,02 0,09
Сапонины	1,98	2,03	3,12
Полисахариды (сумма фруктозидов и фруктозанов): фруктозиды фруктозаны	35,64 5,71 28,45	38,88 6,97 35,25	39,00 9,02 35,88
Витамин С, мг%	22,51	32,31	32,69
Каротиноиды, мг%	5,16	5,28	5,96
Липиды	0,89	0,52	0,46
Аминокислоты	8,85	8,90	8,91
Инулин	20,76±0,06	21,45±0,06	24,63±0,06

Установлено, что общее содержание фенольных соединений возрастает с увеличением длительности ультразвукового воздействия: после 300 секунд обработка увеличивает общее содержание фенолов с 7,25% до 8,98%, через 420 секунд — до 10,98%; увеличивается содержание фенолокислот от 1,11% до 4,02% при максимальном воздействии (600 сек.). Как видно из полученных данных длительная ультразвуковая обработка эффективно повышает уровни большинства классов БАВ, включая фенолы, витамин С, полисахариды и инулин. Сокращение содержания липидов вероятно связано с разрушением клеточных мембран при механическом воздействии ультразвуковых волн. Полученные результаты показали, что метод УЗ-экстракции является наиболее эффективным способом в сравнении с водной и кислотной мацерацией, так как в данных экстрактах наблюдается достаточно высокое содержания функциональных групп БАВ, установленных по приоритетным показателям в целях исследования.

В процессе расширения ассортимента профилактических и функционально направленных пищевых продуктов создаются высокоэффективные средства управления уровнем поступления жизненно важных биогенных соединений в организм человека. В этой связи были целенаправленно разработаны специальные рецептурные композиции напитков с высоким содержанием натуральных овощных и фруктовых экстрактов, предназначенные для профилактики патологий среди жителей регионов с неблагоприятной экологической обстановкой.

Сложный химический состав растительного сырья и его профилактическое влияние на организм человека определяют возможность создания сокосодержащих овощных и плодоовощных напитков профилактической направленности с заданными свойствами. Проанализировав и исследовав сырье с учетом полученных данных о детоксикантах, антиоксидантах и биологически активных веществах, содержащихся в исходном сырье, обосновали его применение в составе рецептуры новых сокосодержащих овощных и плодоовощных напитков профилактической направленности.

Подбор традиционного сырья велся с учетом того, что оно в полной мере обладает антиоксидантными и детоксикационными свойствами: каратиноидами, витаминами группы В, флавоноидами, лекопином, пищевыми волокнами, антоцианами и органическими кислотами.

Были разработаны овощные напитки:

Образец №1 Пряный овощной напиток(г): натуральный томатный сок (73); пюре красного болгарского перца (20); экстракт базилика (2,8); экстракт корня лопуха (3); соль (1,2).

Перечисленные выше рецептурные компоненты способствуют получению продукта с новыми органолептическими характеристиками, обладающего высокой биологической ценностью, а также антиоксидантным и детоксикационным действием. Овощной напиток с заданными свойствами можно рекомендовать жителям регионов с неблагоприятной экологической ситуацией.

Ингредиенты, входящие в состав заявляемого пряного овощного напитка богаты биологически активными веществами, такими как ликопин, содержащийся в овощах красного цвета, снижает риск развития атеросклероза и связанных с ним сердечно-сосудистых заболеваний; витамин С снижает риск хронических заболеваний, укрепляет иммунитет, защищает кожу от неблагоприятной среды; калий нормализует сердечный ритм, сохраняет кислотно-щелочной баланс крови, является противосклеротическим средством; пектин способствует улучшению пищеварения, восстанавливает обмен веществ и выводит из организма вредные вещества.

Томаты содержат клетчатку, пектин, бета-каротин, группу витаминов (B1, B2, B5, B6, B9, C, K, H и PP), а также множество минералов: калий, кальций,

серу, йод и другие; нормализует работу почек и обменные процессы; помогает избавиться от токсинов и свободных радикалов. Клетчатка укрепляет иммунитет и благотворно влияет на работу желудочно-кишечного тракта.

Болгарский красный перец содержит большое количество витамина С, превосходя по этому показателю цитрусовые и смородину; рекордсмен по количеству витамина А, который отвечает за острое зрение, красивую кожу и блестящие волосы; стимулирует работу желудка и поджелудочной железы, нормализует артериальное давление. Сочетание витаминов группы В и РР помогает бороться с депрессиями, бессонницей, симптомами сахарного диабета, улучшает память, снимает отеки, стимулирует быстрое восстановление сил организма.

Корень лопуха, обладает потогонными, мочегонными, желчегонными, бактерицидными и противопаразитарными свойствами; способствует нормализации веса тела и артериального давления, устранению отеков; эффективно связывает токсины и выводит их из организма [7].

Базилик содержит много витамина К, эфирных масел, антиоксидантов, которые способствуют снижению риска окислительного стресса, стабилизации уровня сахара. Он также помогает работе сердечно-сосудистой системы, защищает организм от инфекций и воспалений. Базилик также богат магнием, усиливающим кровоток, что позволяет мышцам и кровеносным сосудам расслабиться. Присутствие базилика придает напитку характерную пикантность во вкусе и аромате.

Рецептурные компоненты способствуют получению продукта с новыми органолептическими характеристиками, обладающего высокой биологической ценностью, а также антиоксидантным и детоксикационным действием. Ниже приведены органолептические и физико-химические показатели этих испытаний (таблицы 9, 10).

Таблица 9

Органолептические показатели пряного овощного напитка

Наименование показателя	Характеристики напитков по ГОСТ	Характеристики заявляемого напитка
Внешний вид и консистенция	Однородная непрозрачная жидкость с равномерно распределенной мякотью	Однородная жидкость со взвешенными, тонко измельченными частицами мякоти
Цвет	Однородный по всей массе, соответствующий применяемым сокам	Красный – оранжево красный
Вкус и запах	Свойственный применяемым сокам	Свойственный зрелым помидорам с легким оттенком сладкого перца и тонким ароматом базилика.
Баллы	Максимально 5	4,8

По бальной системе разработанный напиток получил – 4,8 балла, что соответствует оценке «хорошо».

С целью обоснования функциональных свойств, разработанного образца были проведены физико-химические исследования. Данные представлены в таблице 10.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые функциональные. Термины и определения», продукт является функциональным, если в нем содержится не менее 15% функционального ингредиента от суточной потребности организма человека.

Таблица 10

Физико-химические показатели пряного овощного напитка

Показатели	Суточная потребность	Заявляемый напиток	Прототип 847
Массовая доля сухих веществ, %		8,5	8,5
Активная кислотность (pH)			
Массовая доля титруемых кислот в пересчете на яблочную, %		0,6	0,6
Массовая доля золы, %		1,08	
Жиры, г/100г		0,22	0,18
Белки, г/100г		0,79	1,032
Углеводы, г/100г		3,35	4,38
Минеральные вещества			
Калий, мг/100г	2500	137,5	209,25
Кальций, мг /100г	1000	7,6	11,54
Железо, мг /100г	18	0,46	
Фосфор, мг/100г	550-1400	31	
Цинк, мг/100г	10-12	0,11	
Марганец, мг/100г	1,8-2,6	0,14	
Витамины			
Витамин B_1, мг/100г	1,1-2,4	0,06	
Витамин B_2, мг/100г	1,2-3,0	0,02	
Витамин B_5, мг/100г	5-10	0,25	
Витамин B_6, мг/100г	1,5-2,8	0,69	0,15
Витамин B_9, мкг/100г	200		
Витамин А, мкг (ретинол и β-каротин), мг/100г	3300-5000 МЕ 1-1,5 мг	0,84	0,61
Ликопин, мг/100г	5-10	5,92	
Витамин С (аскорбиновая кислота), мг/100г	50-100	16,0	8,0
Витамин Е (токоферол), мг/100г	30-40 МЕ 25-33 мг	0,67	

Исходя из этого данный овощной напиток с учетом его суточного потребления в количестве 200 мг, можно рассматривать в качестве функционального источника β-каротина, ликопина и витаминов С и B_6.

Образец №2 Овощной напиток (г): натуральный томатный сок (66); пюре красного болгарского перца (10); натуральный морковный сок (10); экстракт портулака (6); экстракт базилика (3); лимонная кислота (3); соль (2).

Перечисленные выше рецептурные компоненты способствуют получению продукта с новыми органолептическими характеристиками, обладающего высокой биологической ценностью, а также антиоксидантным и детоксикационным действием.

Болгарский красный перец содержит большое количество витамина С, превосходя по этому показателю цитрусовые и смородину; рекордсмен по количеству витамина А, который отвечает за острое зрение, красивую кожу и блестящие волосы; стимулирует работу желудка и поджелудочной железы, нормализует артериальное давление. Сочетание витаминов группы В и РР помогает бороться с депрессиями, бессонницей, симптомами сахарного диабета, улучшает память, снимает отеки, стимулирует быстрое восстановление сил организма.

Морковь в медицине применяется при гипо- и авитаминозах. Бета-каротин, содержащийся в моркови, способен уменьшать риски развития некоторых форм рака, в частности рака легких, толстой кишки, молочной железы, регулирует уровень

сахара в крови, Морковь богата биологически активными веществами, способствующими эпителизации, активации внутриклеточных окислительно-восстановительных процессов, регуляции углеводного обмена. Морковь и ее сок обладают желчегонным и очищающим эффектом, обеспечивающим выведение токсинов из организма.

В своем составе портулак огородный содержит ценные физиологически значимые вещества, такие как белки (33,40 %,) жиры (6,30), клетчатку (11,80), безазотистые экстрактивные вещества (27,30 %), омега-3 жирные кислоты, витамины, минеральные вещества, вещества фенольного характера, алкалоиды, сапонины, органические кислоты. Имеются сведения о его противовоспалительном, противодиабетическом, противоопухолевом, гепатопротекторном, противораковом, антиоксидантном, обезболивающем, гастропротекторном, нейропротекторном, ранозаживляющем и антисептическом свойствах [8].

Качество готового напитка оценивают по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям.

По заявляемой рецептуре был изготовлен овощной напиток, который прошел всесторонние испытания. Ниже приведены органолептические и физико-химические показатели этих испытаний (таблицы 11, 12)

Таблица 11

Органолептические показатели овощного напитка

Наименование показателя	Характеристики напитков по ГОСТ	Характеристики заявляемого напитка
Внешний вид и консистенция	Однородная непрозрачная жидкость с равномерно распределенной мякотью	Однородная жидкость со взвешенными, тонко измельченными частицами мякоти
Цвет	Однородный по всей массе, соответствующий применяемым сокам	Оранжево красный
Вкус и запах	Свойственный применяемым сокам	Свойственный зрелым помидорам с легким оттенком сладкого перца и тонким ароматом базилика.
Баллы	Максимально 5	4,8

По бальной системе разработанный напиток получил – 4,8 балла, что соответствует оценке «хорошо».

С целью обоснования функциональных свойств, разработанного образца были проведены физико-химические исследования. Данные представлены в таблице 12.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» [13] продукт является функциональным, если в нем содержится не менее 15% функционального ингредиента от суточной потребности организма человека. Исходя из этого данный овощной напиток с учетом его суточного потребления в количестве 200 мг, можно рассматривать в качестве функционального источника β-каротина, ликопина и витаминов B_6 и С.

\

Таблица 12

Физико-химические показатели овощного напитка

Показатели	Суточная потребность	Заявляемый напиток	Прототип
Массовая доля сухих веществ, %		8,5	8,5
Массовая доля титруемых кислот в пересчете на яблочную, %		0,6	0,6
Массовая доля золы, %		1,1	
Жиры, г/100г		0,22	0,18
Белки, г/100г		0,81	1,032
Углеводы, г/100г		3,47	4,38
Минеральные вещества			
Калий, мг/100г	2500	159,4	
Кальций, мг /100г	1000	7,2	
Железо, мг /100г	18	0,46	
Фосфор, мг/100г	550-1400	30,0	
Цинк, мг/100г	10-12	0,10	
Марганец, мг/100г	1,8-2,6	0,10	
Витамины			
Витамин B_1, мг/100г	1,1-2,4	0,06	
Витамин B_2, мг/100г	1,2-3,0	0,02	
Витамин B_5, мг/100г	5-10	0,25	
Витамин B_6, мг/100г	1,5-2,8	0,80	0,15
Витамин А, мкг/100г (ретинол и β-каротин)	3300-5000 МЕ 1-1,5 мг	0,87	0,61
Ликопин, мг/100г	5-10	6,18	
Витамин С (аскорбиновая кислота), мг/100г	50-100	16,0	8,0
Витамин Е (токоферол), мг/100г	30-40 МЕ 25-33 мг	0,76	

Гарантийный срок хранения заявляемых овощных напитков 12 месяцев.

Таким образом, основываясь на экспериментальных данных по АОА предлагается следующий режим экстракции базилика *(Ocimum Basilicum L)*:

- измельченность сырья – 2-3 мм;
- соотношение сырья и экстрагента - 1:10;
- длительность процесса экстрагирования - 60 мин;
- температура - 60°С;
- использование ультразвука в течении 420 секунд с интервалом в 15 минут.

В результате экспериментов были установлены оптимальные параметры проведения экстракции:

травы портулака огородного **(***Herba Portulacae oleracea L.* надземная часть*)*:

- температура +40±2^{0}С;
- соотношение сырье: экстрагент - 1:5;
- степень измельчения 2,0 мм;
- время экстракции 60 мин;
- двукратная экстракция с использованием ультразвука в течении 300 секунд с интервалом в 15 минут.

корня лопуха большого (Arctium tomentosum):

- измельченность сырья – 2,0-3,0 мм;
- соотношение сырья и экстрагента - 1:10;
- использование лимонной кислоты в количестве 0,15 % от массы воды;
- длительность процесса экстрагирования - 60 мин;
- температура - 70 ±2°С;

- использование ультразвука в течении 600 секунд с интервалом в 15 минут.

Полученные результаты показали, что метод УЗ-экстракции является наиболее эффективным способом в сравнении с водной и кислотной мацерацией, так как в данных экстрактах наблюдается достаточно высокое содержания функциональных групп БАВ, установленных по приоритетным показателям в целях исследования.

В процессе расширения ассортимента профилактических и функционально направленных пищевых продуктов создаются высокоэффективные средства управления уровнем поступления жизненно важных биогенных соединений в организм человека. В этой связи были целенаправленно разработаны специальные рецептурные композиции напитков с высоким содержанием натуральных овощных экстрактов, предназначенные для профилактики патологий среди жителей регионов с неблагоприятной экологической обстановкой.

Образец №1 Пряный овощной напиток (г): натуральный томатный сок (73); пюре красного болгарского перца (20); экстракт базилика (2,8); экстракт корня лопуха (3); соль (1,2) [9].

Образец №2 Овощной напиток (г): натуральный томатный сок (66); пюре красного болгарского перца (10); натуральный морковный сок (10); экстракт портулака (6); экстракт базилика (3); лимонная кислота (3); соль (2) [10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Росгидромет РФ Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в РФ за 2022 год: [сайт]. URL: https:/ /www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/90/
2. Чугунова О.В., Пастушкова Е.В. Перспективы использования растительного сырья для производства безалкогольных напитков антиоксидантной направленности // Индустрия питания|Food Industry. - 2019. - Т. 4. - № 1. - С. 23–33.
3. Соколов В.В. Способ получения экстракта из растительного сырья//Патент РФ №2232026. - 2002.
4. Семенихин С. О., Фабрицкая А.А., Городецкий В.О., Даишева Н.М. Исследование эффективности влияния растворов лимонной кислоты на степень извлечения пектина из ферментированного свекловичного жома// Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2024. - № 87(3). – С. 224 – 232.
5. Писарев Д. И., Алексеева К.А., Новиков О.О., Корниенко И. В., Севрук И. А. Химическое изучение состава антоцианов травы *Ocimum Basilicum L.*// Сетевой журнал «Научный результат». Серия «Медицина и фармация». – Т.1, №4(6). - 2015. - С. 119-124.
6. Колбина А.Ю. Способ выделения водорастворимых веществ из лопуха большого// Патент РФ №2724467С1. - 2019.
7. Дьякова Н.А. Экспериментальный подбор оптимальных технологических параметров ультразвуковой экстракции инулина// Вестник Смоленской государственной медицинской академии. - Т. 20. - № 4. - 2021. - С. 188-193.
8. Якубова, Л.Ф. Возможность использования портулака огородного (Portulaca oleracea l.) для обогащения мясных рубленых изделий / Л.Ф. Якубова, Н.А. Величко // Вестник КрасГАУ. – 2024. - № 3. - С. 262-268.
9. Сиюхов Х.Р., Схаляхов А.А., Арутюнова Г.Ю., Удычак М.М., Неровных Л.П., Сиюхова Б.Б., Гишева С.А., Навасардян Н.Х. Пряный овощной напиток//Патент РФ № 2844666. – 2025.
10. Сиюхов Х.Р., Схаляхов А.А., Ашинова А.А., Мариненко О.В. Овощной напиток//Патент РФ № 2844665. – 2025.

REFERENCES

1. Roshydromet of the Russian Federation Review of the state and pollution of the environment in the Russian Federation for 2022: [website]. URL: https:/ /www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/90/
2. Chugunova O.V., Pastushkova E.V. Prospects for the use of plant raw materials for the production of antioxidant soft drinks // Nutrition industry|Food Industry. - 2019. - Vol. 4. - No. 1. - pp. 23-33.
3. Sokolov V.V. Method of obtaining extract from vegetable raw materials//Patent of the Russian Federation No. 2232026. - 2002.
4. Semenikhin S. O., Fabritskaya A.A., Gorodetsky V.O., Daisheva N.M. Investigation of the effectiveness of citric acid solutions on the degree of pectin extraction from fermented beet pulp// Fruit growing and viticulture in the South of Russia. – 2024. - № 87(3). – Pp. 224-232.
5. Pisarev D. I., Alekseeva K.A., Novikov O.O., Kornienko I. V., Sevruk I. A. Chemical study of the composition of anthocyanins of the herb Ocimum Basilicum L.// Online journal "Scientific result". The series "Medicine and Pharmacy", vol.1, №4(6). - 2015. - Pp. 119-124.
6. Kolbina A.Y. Method of isolation of water-soluble substances from burdock// RF Patent No. 2724467C1. - 2019.
7. Dyakova N.A. Experimental selection of optimal technological parameters of ultrasonic inulin extraction// Bulletin of the Smolensk State Medical Academy, vol. 20. - № 4. - 2021. - Pp. 188-193.
8. Yakubova, L.F. The possibility of using garden purslane (Purslane oleracea L.) to enrich minced meat products / L.F. Yakubova, N.A. Velichko // Bulletin of KrasGAU, 2024, No. 3, pp. 262-268.
9. Siyukhov H.R., Shalyakhov A.A., Arutyunova G.Yu., Udychak M.M., Nerovnykh L.P., Siyukhova B.B., Gisheva S.A., Navasardyan N.H. Spicy vegetable drink//RF Patent No. 2844666. – 2025.
10. Siyukhov H.R., Shalyakhov A.A., Ashinova A.A., Marinenko O.V. Vegetable drink//RF Patent No. 2844665. – 2025.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026



УДК 637.5.04/.07 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-107-113

Сравнительный анализ автолитических изменений в мясе косули и сельскохозяйственных животных

Comparative analysis of autolytic changes in roe deer meat and meat from farm animals

Аспирант Д.С. Радько,
ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»; кафедры индустрии качества; тел.: +79852639010; radko.daniil@list.ru
доцент С.В. Колобов;
ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»; кафедры индустрии качества, kolobov.sv@rea.ru

PhD student D.S. Radko,
Plekhanov Russian University of Economics; Department of Quality Industry; phone: +79852639010; radko.daniil@list.ru
Associate Professor S.V. Kolobov;
G.V. Plekhanov Russian University of Economics; Department of Quality Industry, kolobov.sv@rea.ru

Аннотация. В статье проводится комплексный сравнительный анализ динамики посмертных изменений в мясе сельскохозяйственных животных (крупный рогатый скот, свиньи, овцы) и дичи (косуля), которые впоследствии определяют его потребительские качества. Особое внимание уделено специфическим особенностям мяса косули, обусловленным ее образом жизни, метаболизмом и составом мышечных волокон. На основе анализа современных российских и зарубежных исследований подробно рассмотрены различия в скорости гликолиза, протеолиза, изменения pH, окислительных процессов и др. Данные систематизированы в сравнительных таблицах с последующим анализом и экспериментальной валидацией.

Abstract. The article presents a comprehensive comparative analysis of the dynamics of postmortem changes in the meat of farm animals (cattle, pigs, and sheep) and game (roe deer), which subsequently determine its consumer properties. Particular attention is paid to the specific characteristics of roe deer meat associated with its lifestyle, metabolism, and muscle fiber composition. Based on an analysis of recent Russian and international studies, differences in the rate of glycolysis and proteolysis, pH changes, oxidative processes, and other parameters are examined in detail. The data are systematized in comparative tables followed by analysis and experimental validation.

Ключевые слова: автолиз, гликолиз, протеолиз, созревание мяса, качество мяса.

Keywords: autolysis, glycolysis, proteolysis, meat aging, meat quality.

Посмертные изменения в мышечной ткани, объединенные понятием «автолиз», представляют собой строго детерминированный каскад биохимических реакций, инициируемых прекращением поступления кислорода и гибелью организма. Этот процесс универсален для всех млекопитающих, однако его кинетика и конечные результаты варьируются в зависимости от вида животного, его возраста, пола, типа мускулатуры и уровня предубойного стресса [1].

Автолитические изменения в мясе традиционных сельскохозяйственных животных описаны весьма подробно, тогда как по альтернативным видам – в частности, дичи, в том числе косуле, – данных заметно меньше. При этом мясо косули представляет особый интерес для пищевой промышленности, поскольку оно является

© Д.С. Радько, С.В. Колобов, 2026

более предпочтительным по соотношению белков и жиров, не нарушает баланс кишечной микробиомы, содержит больше полезных микронутриентов [2].

Однако оно часто характеризуется повышенной жесткостью и специфическим вкусом, что может лимитировать его потребительскую привлекательность. Эти особенности как раз напрямую связаны с автолитическими процессами, которые, в свою очередь, зависят от исходного метаболического статуса животного. Высокая двигательная активность, питание природными кормами и адреналовый стресс, сопутствующий добыче, формируют уникальные исходные условия для автолиза, отличающие косулю от домашних животных.

Цель данной работы – провести сравнительный анализ автолитических изменений в мясе косули, говядины, свинины и баранины на основе современных научных данных [3-7], выявив ключевые видовые различия на биохимическом и физико-химическом уровнях.

После убоя прекращается кровоснабжение, и поступление кислорода в мышцы останавливается. Аэробный метаболизм сменяется анаэробным гликолизом, в ходе которого гликоген распадается до молочной кислоты. Накопление лактата приводит к снижению pH мышечной ткани. Падение pH прекращается при достижении определенного порога (обычно 5,4-5,8) либо при исчерпании запасов гликогена. Параллельно происходит распад высокоэнергетических соединений – аденозинтрифосфатов (АТФ). Одним из ключевых промежуточных продуктов деградации АТФ является инозинмонофосфат (ИМФ), вносящий значительный вклад во вкус мяса. Снижение концентрации АТФ приводит к тому, что мышечное волокно теряет эластичность и наступает rigor mortis (окоченение). Дальнейшее размягчение мяса (созревание) связано с разрушением белков – протеолизом – за счет активности протеолитических ферментов (кальпаинов и катепсинов).

Динамика pH и гликолитического потенциала. Исходный уровень гликогена и скорость гликолиза являются первичными факторами, определяющими качество мяса. Необходимо ориентироваться на умеренное падение pH примерно до 5,6-5,8 в течение первых 12-24 ч, синхронизировав охлаждение так, чтобы избежать пары «низкий pH при высокой температуре» и пары «высокий pH при низкой температуре». Сведения для анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительные параметры динамики pH и гликолиза

Параметр	Косуля	Говядина	Свинина	Баранина
Исходный pH_0	6,9 - 7,2	6,8 - 7,0	6,2 - 6,4	6,9 - 7,1
Конечный pH (pH_{24})	5,6 - 5,9 (часто выше 6,0 при стрессе)	5,4 - 5,7	5,4 - 5,8 (и ниже при PSE)	5,6 - 5,9
Скорость падения pH	Умеренная	Умеренная	Крайне высокая (риск PSE)	Умеренная/ Высокая
Гликолитический потенциал	Низкий/ Умеренный (зависит от стресса)	Высокий	Очень высокий	Высокий
Риск DFD (Dark, Firm, Dry – темное, жесткое, сухое)	Очень высокий	Умеренный	Низкий	Умеренный
Риск PSE (Pale, Soft, Exudative - бледное, мягкое, водянистое)	Низкий	Низкий	Высокий	Низкий

Мясо косули демонстрирует наиболее выраженную склонность к аномалиям,

связанным с pH. Предубойный стресс (погоня, отстрел) приводит к быстрому истощению запасов гликогена в мышцах через адреналовый выброс. В результате гликолиз прекращается преждевременно, не успев произвести достаточное количество молочной кислоты. Конечный pH остается высоким (выше 6,0), что приводит к развитию дефекта DFD. Мясо становится темным, липким, с повышенной склонностью к микробной порче. *Говядина и баранина* характеризуются более предсказуемой и контролируемой динамикой pH. Умеренная скорость падения позволяет избежать как PSE, так и выраженного DFD (хотя у баранины риск DFD существует при плохих предубойных условиях). *Свинина* является антиподом косули по данному параметру. Генетическая селекция на мышечную массу привела к предрасположенности к синдрому PSE. Очень быстрый гликолиз в еще теплых тушах приводит к денатурации белков, потере воды и обесцвечиванию. Конечный pH может быть очень низким (менее 5,4), что также негативно сказывается на качестве.

Протеолиз и изменение реологических свойств. Разрушение белковых структур – ключ к нежности мяса, при этом правильная цель – не максимальная скорость, а достаточный протеолиз за разумный срок при контролируемых pH и температуре. Основными протеолитическими ферментами являются кальпаины и катепсины: раннее посмертное размягчение преимущественно обеспечивают кальпаины, а вклад катепсинов возрастает на более поздних стадиях. Сведения для анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительные параметры протеолиза и нежности

Параметр	Косуля	Говядина	Свинина	Баранина
Скорость протеолиза	Высокая (начальная)	Умеренная/ Низкая (требует длительного созревания)	Высокая	Умеренная
Активность протеолитических ферментов	Очень высокая/Высокая	Высокая/ Умеренная	Высокая	Высокая/ Умеренная
Время достижения пика нежности	3-7 суток	14-21 суток и более	3-7 суток	5-10 суток
Деградация белков	Интенсивная и быстрая	Медленная, но полная	Интенсивная	Умеренная

Мясо косули отличается наиболее быстрым протеолизом в начальный период созревания. Это связано с комбинацией факторов: более высоким уровнем активности протеолитических ферментов в мышцах диких животных и часто более высоким конечным pH. Деградация белков происходит быстро, что объясняет, почему относительно короткого периода созревания (3-7 дней) может быть достаточно для значительного улучшения нежности. Однако исходная жесткость может быть выше из-за более развитой соединительной ткани. Говядина требует наиболее длительного периода созревания. Активность ферментов высока, но низкий конечный pH (5,4-5,7) их ингибирует. Протеолиз идет медленно и продолжительно, достигая оптимума лишь к 2-3 неделям. Свинина созревает быстро. Высокая температура туши в первые часы после убоя и последующее падение pH могут инактивировать часть ферментных систем, но в целом протеолиз проходит эффективно, и пик нежности достигается за несколько дней. Баранина занимает промежуточное положение между говядиной и свининой. Скорость протеолиза достаточна для достижения приемлемой нежности в течение 1-1,5 недель.

Окисление липидов, водосвязывающая способность (ВСС) и стабильность цвета. Окисление липидов мяса – это реакция, при которой жиры (особенно в присутствии кислорода) распадаются с образованием перекисей и летучих соединений, что дает прогорклый запах и вкус, ускоряет потемнение цвета и снижает срок хранения. Интенсивность окисления зависит от температуры и времени хранения, доступа кислорода (упаковки), света, наличия прооксидантов (гемовое железо, ионы металлов), а также уровня природных антиоксидантов. Также важен состав липидов: так, полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) окисляются быстрее, чем мононенасыщенные (МНЖК) и насыщенные (НЖК), т.е. чем выше доля ПНЖК, тем выше риск быстрой окислительной порчи и тем жестче требования к упаковке, температуре и антиоксидантной защите. ВСС – это способность мясных белков связывать и удерживать воду (в том числе добавленную при посоле и измельчении). Чем выше ВСС, тем меньше потери влаги при хранении и термообработке, выше выход готового продукта, лучше сочность, консистенция и нарезаемость, стабильнее фаршевые и эмульсионные системы. ВСС напрямую зависит от pH: при нормальном конечном pH 5,4-5,8 удержание воды хорошее, при PSE – резко падает; при DFD – высокое, но появляется липкость и снижается гигиеническая стойкость. Стабильность цвета – это способность поверхности сохранять «товарный» цвет (определяется окислительными процессами в миоглобине): PSE дает бледный, нестабильный цвет, DFD – темный и риск быстрой микробной порчи. Сведения для анализа приведены в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительные параметры устойчивости к порче

Параметр	Косуля	Говядина	Свинина	Баранина
ВСС (при оптимальном pH)	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Цвет	Темно-вишневый (из-за высокого миоглобина)	Ярко-красный	Светло-розовый	Ярко-красный
Склонность к окислению липидов	Очень высокая (высокое содержание ПНЖК)	Умеренная	Высокая (также высокое ПНЖК)	Умеренная/ Высокая
Стабильность цвета	Низкая/Умеренная	Высокая	Низкая (для PSE)/ Умеренная	Высокая

Мясо косули обладает наибольшим потенциалом к окислительной порче. Это связано с двумя факторами: высоким содержанием миоглобина (как у всех животных с высокой мышечной активностью), что делает цвет изначально очень темным, и высоким содержанием ПНЖК в мышечной и жировой тканях, обусловленным питанием. ПНЖК легко окисляются, инициируя цепные реакции, которые приводят к окислению пигмента (образованию коричневого метмиоглобина) и появлению прогорклого запаха. Это главный вызов при хранении и переработке оленевых. Говядина является эталоном по цветостабильности. Высокое содержание миоглобина компенсируется более низким уровнем ПНЖК, что замедляет окислительные процессы. Свинина (нормальная) имеет низкое содержание миоглобина и, следовательно, светлый цвет. Однако ее жир также богат ПНЖК, что делает ее восприимчивой к окислительной порче, хотя и в меньшей степени, чем мясо дичи. *Баранина* имеет стабильный цвет, но ее потребительские качества могут ухудшаться из-за окисления специфических жирных кислот, приводящего к появлению «бараньего» запаха.

Выводы. Проведенный сравнительный анализ выявил фундаментальные

различия в течении автолитических процессов в мясе разных видов животных:

1. *Мясо косули* является наиболее проблемным с точки зрения предсказуемости качества. Его ключевые особенности – чрезвычайно высокий риск развития дефекта DFD из-за предубойного стресса и очень высокая склонность к окислительной порче из-за липидного профиля. Эти факторы требуют особых протоколов обращения: минимизации стресса (где это возможно), быстрого охлаждения туши, строгого контроля температуры и вакуумной упаковки для замедления окисления. Его преимущество – быстрый протеолиз, позволяющий достигать приемлемой нежности за короткие сроки. Необходимо отметить, что вариабельность качества сырья – это коммерческий риск, но не запрет на использование мяса косули. Рациональный способ управлять этим риском – уходить из категории «кусок мяса» в категорию стандартизированных продуктов (например, рубленых полуфабрикатов), где качество готового продукта формируется рецептурой и технологией, т.к. измельчение и формование резко снижают влияние природной вариабельности сырья (возраст, мышца, степень посмертного окоченения и исходная жесткость) на потребительскую нежность и сочность готового продукта. Даже при DFD-сдвиге (высокий pH) мясо остается технологически пригодным именно для рубленых изделий – повышенная ВСС работает в плюс по выходу и структуре, а микробиологический риск компенсируется коротким «теплым» временем переработки, быстрым охлаждением и замораживанием. При этом быстрое изготовление и заморозка (желательно в вакууме) не прекращают, но заметно замедляют окисление липидов, к которому мясо дичи с более высокой долей ПНЖК в целом чувствительнее, поэтому котлетная технология дает более стабильное качество и сохранение пищевой ценности.
2. *Говядина* характеризуется медленными и управляемыми процессами созревания, но требующими длительных сроков для достижения пика нежности. Она демонстрирует высокую стабильность цвета.
3. *Свинина* требует максимального контроля за скоростью падения pH для предотвращения PSE-синдрома. Ее созревание происходит быстро.
4. *Баранина* занимает срединное положение по большинству параметров.

Понимание перечисленных видовых особенностей критически важно для разработки оптимальных технологических режимов обработки, хранения и созревания мяса, позволяющих максимально раскрыть его потенциал и минимизировать потери.

Валидация литературных данных. Для экспериментальной проверки воспроизводимости ключевых видовых различий, описанных в таблицах 1-3, был проведен собственный эксперимент. Образцы мяса косули, баранины, свинины и говядины сразу после убоя были разделены на порции и помещены на хранение при температуре +4 °С. Измерения проводились через 0 часов (непосредственно после убоя), 24 часа, 4 суток и 7 суток хранения в охлажденном состоянии. Оценивали изменение показателей pH, содержания гликогена, срок достижения пика нежности (ежедневно) и стабильности цвета. Результаты исследования сведены в таблице 4.

Как видно из полученных результатов, реакция среды (pH) мяса всех видов за первые сутки хранения сместилась в кислую сторону. В эксперименте исходный уровень гликогена в мышцах различался (у свинины выше, у косули ниже), но уже через 24 часа почти весь гликоген израсходовался, и его остаточное содержание стало минимальным. К этому времени уровень pH достиг своего «окоченевшего» плато (около 5,5-5,7), что согласуется с известными данными о снижении pH мяса примерно до 5,5 в фазе посмертного окоченения. Дальнейшее существенное падение pH не происходило, напротив, к 7-м суткам наблюдалось незначительное повышение pH (вероятно, связанное с началом разложения азотистых веществ при длительном хранении).

Таблица 4

Результаты экспериментальных исследований автолитических изменений в мясе

Параметр	Время хранения	Косуля	Говядина	Свинина	Баранина
pH	0 ч	7,1	7,0	6,4	7,0
	24 ч	5,7	5,5	5,5	5,6
	4 сут.	5,7	5,5	5,5	5,6
	7 сут.	5,8	5,6	5,6	5,7
Гликоген, мг/г	0 ч	5,0	8,0	8,5	6,0
	24 ч	0,1	0,3	0,5	0,2
	4 сут.	0,0	0,1	0,1	0,0
	7 сут.	0,0	0,0	0,0	0,0
Срок пика нежности, сут.	7 сут.	5	>7	4	7
Стабильность цвета, баллы	0 ч	5	5	5	5
	24 ч	5	4	5	5
	4 сут.	3	4	3	4
	7 сут.	2	4	3	3

Нежность мяса изменялась в ходе созревания не одновременно для разных видов. Первой на 4-е сутки «созрела» свинина, затем косуля и баранина. Говядина же за неделю хранения не достигла предельной нежности – ее максимальная мягкость, по литературным данным, обычно наступает значительно позже. Стабильность цвета мяса ухудшалась при длительном хранении при +4 °С: через неделю все виды мяса утратили яркость окраски, приобретя тускло-коричневый оттенок, что свидетельствует об ограниченной цветовой стабильности без специальных мер упаковки.

Таким образом, несмотря на возможную вариативность показателей, обусловленную индивидуальными особенностями животных, полученные экспериментальные данные подтверждают характерные тенденции автолитических изменений в мясе косули, свинины, говядины и баранины, ранее описанные в теоретической части и представленные в научной литературе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lawrie's Meat Science, 8th Edition / edited by Fidel Toldra – Woodhead Publishing, 2017, 714 с.
2. Радько Д.С., Колобов С.В. Мясо косули – продукт здорового питания // ТППП АПК. – 2025. – №1. – с. 102-105.
3. Козырев И.В., Миттельштейн Т.М. Созревание мяса: ретроспектива и перспектива // Мясные технологии. – 2020. – № 5(209). – с. 18-21.
4. Строева А.Г. Созревание мяса: Этапы и изменения // ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ XXI ВЕКА: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса, Пенза, 20 августа 2020 года. – Пенза: «Наука и Просвещение», 2020. – с. 33-38.
5. Кудряшов Л.С., Кудряшова О.А. Влияние гликолитических превращений в мясе на его качество // Мясная индустрия. – 2021. – № 3. – с. 22-26.
6. Кудряшов Л.С., Кудряшова О.А., Гуринович Г.В., Тихонов С.Л., Тихонова Н.В. Сравнительная оценка цвета мяса с разным характером автолиза // Мясная индустрия. – 2021. – № 4. – с. 22-25.
7. Жаринов А.И., Еманов С.Н., Еманов Н.С. Значение pH как показателя качества мясного сырья // Мясные технологии. – 2024. – № 9(261). – с. 58-62.

REFERENCES

1. Lawrie's Meat Science, 8th Edition, edited by Fidel Toldra, Woodhead Publishing, 2017, 714 p (English).
2. Rad'ko D.S., Kolobov S.V. Myaso kosuli – produkt zdorovogo pitaniya [Roe deer meat - a healthy food product], TPPP APK, 2025, No 1, pp. 102-105 (Russian).
3. Kozyrev I.V., Mittel'shteyn T.M. Sozrevanie myasa: retrospektiva i perspektiva [Meat aging: a retrospective and a perspective], Myasnye tekhnologii, 2020, No 5(209), pp. 18-21 (Russian).
4. Stroeva A.G. Sozrevanie myasa: Etapy i izmeneniya [The ripening of the meat: stages and changes], INTELLEKTUAL''NYY KAPITAL XXI VEKA: sbornik statey Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa, Penza, 20 avgusta 2020 goda, Penza: «Nauka i Prosveshchenie», 2020, pp. 33-38 (Russian).
5. Kudryashov L.S., Kudryashova O.A. Vliyanie glikoliticheskikh prevrashcheniy v myase na ego kachestvo [An effect of glycolytic transformations in meat on its quality], Myasnaya industriya, 2021, No 3, pp. 22-26 (Russian).
6. Kudryashov L.S., Kudryashova O.A., Gurinovich G.V., Tikhonov S.L., Tikhonova N.V. Sravnitel'naya otsenka tsveta myasa s raznym kharakterom avtoliza [comparative assessment of the color of meat with different autolysis patterns], Myasnaya industriya, 2021, No 4, pp. 22-25 (Russian).
7. Zharinov A.I., Emanov S.N., Emanov N.S. Znachenie pH kak pokazatelya kachestva myasnogo syr'ya [The significance of pH as an indicator of meat raw material quality], Myasnye tekhnologii, 2024, No 9(261), pp. 58-62 (Russian).

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 664.644 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-114-121

Разработка композитной смеси для приготовления безглютенового хлеба

The development of composite mix for a gluten free bread production

Заведующий кафедрой Е.С. Таранова, ассистент В.В. Бурматнов, аспирант Буянтогтох Буянжаргал,
ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», taranovaes@mgupp.ru

Head of the department E.S. Taranova, assistant V.V. Burmatnov, postgraduate student Buyantogtoh Buyanzhargal,
Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), taranovaes@mgupp.ru

Аннотация. В статье представлена разработка рецептуры безглютенового хлеба на основе композитной мучной смеси, включающей сорговую, рисовую и кукурузную муку. В качестве контрольного образца использовали хлеб «Орловский», в котором пшеничная и ржаная мука были полностью заменены на безглютеновую смесь. Целью исследования являлось обоснование оптимального соотношения компонентов композитной муки, обеспечивающего требуемые показатели качества готовых изделий. Экспериментальные образцы хлеба готовили с различным процентным содержанием сорговой, рисовой и кукурузной муки. Оценку качества проводили по физико-химическим и структурно-механическим показателям, включая влажность, пористость, кислотность и формоустойчивость. В результате комплексного анализа установлено оптимальное соотношение видов муки, позволяющее сохранить удовлетворительные потребительские и технологические свойства безглютенового хлеба. Полученные результаты могут быть использованы в практике хлебопекарных предприятий при производстве безглютеновых хлебобулочных изделий.

Abstract: This article examines the development of a gluten-free bread recipe based on sorghum, rice, and corn flours. The «Orlovsky» bread recipe was used as a control, in which wheat and rye flours were completely replaced with a composite flour mixture consisting of sorghum, corn, and rice flours. The aim of the study is to develop a gluten-free bread recipe based on a composite flour blend and to determine the optimal ratio of its components influencing the physicochemical quality indicators of the final baked products, such as moisture content, porosity, acidity, and shape stability. During the experiment, bread samples with varying percentages of sorghum, corn, and rice flour were developed and analyzed. Based on a comprehensive evaluation of the results, an optimal ratio of flours was determined, ensuring acceptable structural and mechanical properties of the product. The findings can be used in a gluten free bakery market.

Ключевые слова: безглютеновый хлеб, сорговая мука, рисовая мука, кукурузная мука, хлебобулочные изделия

Keywords: gluten-free bread, sorghum flour, rice flour, corn flour, bakery products

В настоящее время стремительно развивается тенденция развития рынка хлебобулочных изделий в сторону безглютеновой продукции, а также производство специализированных продуктов питания, свободных от определенных ингредиентов, присутствие которых в пище не рекомендовано по медицинским показаниям. [4, 7, 8]

Увеличение спроса на безглютеновые продукты обусловлен среди потребителей

© Е.С. Таранова, В.В. Бурматнов, Буянтогтох Буянжаргал, 2026

страдающих целиакией и повышенной чувствительностью к глютен содержащим продуктам, так и для лиц, придерживающихся принципов здорового питания. [3]

Целиакия — это аутоиммунное заболевание у генетически предрасположенных людей, при котором глютен вызывает воспаление тонкого кишечника и атрофию его ворсин [29]. К патологиям глютеновой непереносимости относят целиакию, аллергию на пшеницу и повышенную чувствительность к глютену. При целиакии единственным лечением является строгая пожизненная безглютеновая диета, поскольку даже малые дозы глютена опасны для пациента. [2,19, 28, 31]. Предназначенные для специализированного питания безглютеновые продукты преимущественно изготавливают на основе гречневой, рисовой, овсяной и кукурузной муки, а также их различных сочетаний. По мере роста их популярности возникает необходимость расширения ассортимента, что повышает актуальность исследований в данной сфере, включая использование нетрадиционного растительного сырья, не содержащего глютен, для производства хлебобулочных изделий. [11,17] тВ рамках работы был проведён органолептический, физико-химический анализ показателей всех образцов хлеба и расчёт аминокислотного состава. Экспериментальная часть исследований проводилась на кафедре Зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий Российского биотехнологического университета. Контрольный образец готовили в соответствии с рецептурой «Хлеб ржано-пшеничный Орловский» ГОСТ 2077–2023.

Таблица 1

Рецептура хлеба ржано-пшеничного «Орловский» с заменой на муку сорго, кукурузную и рисовую

Наименование сырья, кг	Расход сырья, кг							
	Контрольный образец ГОСТ 2077—2023	Опытные образцы						
		1	2	3	4	5	6	7
Мука ржаную хлебопекарную обдирная	0,223	-	-		-		-	
Мука пшеничная хлебопекарня второго сорта	0,097	-	-		-		-	
Вода питьевая	0,210	0,600	0,600	0,600	0,600	0.600	0,600	0.600
Мука сорговая	-	0,450	0,360	0,315	0,270	0.225	0,180	0.135
Мука кукурузная	-	-	0,045	0,090	0,135	0.180	0,225	0.270
Мука рисовая	-	-	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045
Псилиум	-	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
Соль пищевая	0,005	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Дрожжи хлебопекарные прессованные	0,003	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Патока	0,019	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Масло растительное	0,001	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020

В соответствии с ГОСТ 27669-88 осуществляли пробные лабораторные выпечки исследуемых образцов. В рецептуре опытных образцов производили замену муки пшеничной хлебопекарной второго сорта на кукурузную и рисовую, а ржаную обдирную муку - на сорговую. Замену производили по следующей схеме:
Образец 1 — 100 % сорговая мука
Образец 2 — 80 % сорговая мука, 10% кукурузная мука, 10 % рисовая мука
Образец 3 — 70% сорговая мука, 20% кукурузная мука, 10 % рисовая мука
Образец 4 — 60 % сорговая мука, 30 % кукурузная мука, 10 % рисовая мука
Образец 5 — 50 % сорговая мука, 40 % кукурузная мука, 10 % рисовая мука
Образец 6 — 40 % сорговая мука, 50 % кукурузная мука, 10 % рисовая мука
Образец 7 — 30 % сорговая мука, 60 % кукурузная мука, 10 % рисовая мука

Замес теста осуществляли в две стадии. На первой стадии выполняли заваривание псиллиума: псиллиум вносили в воду и выдерживали в течении 5 минут до полного набухания. На втором этапе проводили замес теста, при котором набухщий псиллиум вводили в основную рецептурную смесь и далее замешивали до однородной массы в течении 4-6 минут при частоте вращения спирали 107 об/мин. в тестомесильной машине марки Abat ТМС-20НН-1Р. Готовое тесто выбраживали в течение 30–40 минут при температурном режиме 24–28 °С. После завершения брожения тесто разделяли на порции массой 0,560 кг, формовали изделия и укладывали их в квадратные формы. Полученные полуфабрикаты подвергали окончательной расстойке в расстойном шкафу марки Abat ШРТ-12 при относительной влажности 78 % и температуре 38 °С в течение 35–45 минут. Выпекание осуществляли в конвекционной печи марки Abat КЭП-4Э с функцией пароувлажнения при температуре 200–220 °С на протяжении 45–55 минут. Определены следующие физико-химические показатели: влажность готовых хлебобулочных изделий определяли с помощью прибора Чижовой методом высушивания навески измельчённого мякиша при температуре 160 °С и расчета полученных данных по формуле, кислотность - по методике приведенной в ГОСТ 5670-96 (ускоренный метод), пористость готового изделия определяли с использованием прибора Журавлева ПЖ-1М в соответствии с ГОСТ 5669-96, аминокислотный состав и аминокислотный скор исследуемых образцов определяли методом расчёта.

Таблица 2

Физико-химические показатели качества хлеба из сорговой, кукурузной и рисовой муки по сравнению с контрольным образцом

	Контрольный образец ГОСТ 2077—2023	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5	Образец 6	Образец 7
Влажность, не более %	47,4	49,0	47,2	48,2	47,8	46,0	52,0	48,4
Кислотность, не более град	8,8	12,4	8,2	8,0	8,8	7,6	7,4	7,4
Пористость, не менее %	61,8	50,5	54,3	57,2	67,5	52,0	62,0	65,0
Удельный объем, см3/г	340	290	300	310	350	280	330	300

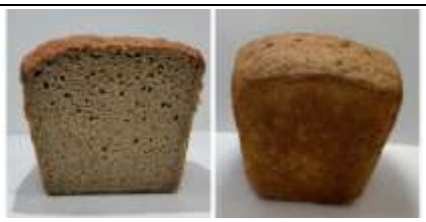
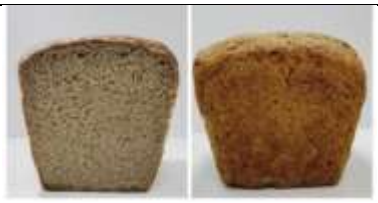
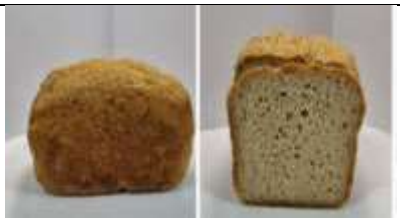
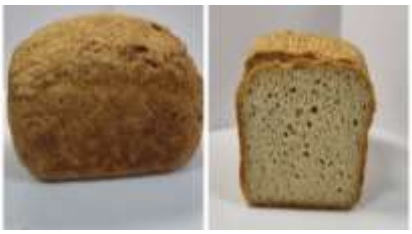
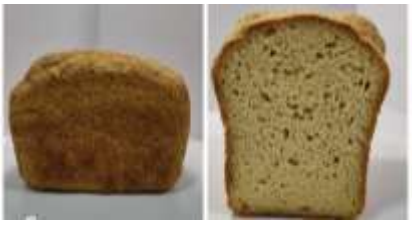
<table>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Контрольный образец</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Образец 1 — 100 % сорговая мука</td><td>Образец 2 — 80 % сорговая мука , 10% кукурузная мука , 10 % рисовая мука</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Образец 3 — 70% сорговая мука, 20% кукурузная мука, 10 % рисовая мука</td><td>Образец 4 — 60 % сорговая мука, 30 % кукурузная мука, 10 % рисовая мука</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Образец 5 — 50 % сорговая мука, 40 % кукурузная мука, 10 % рисовая мука</td><td>Образец 6 — 40 % сорговая мука, 50 % кукурузная мука, 10 % рисовая мука</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Образец 7 — 30 % сорговая мука, 60 % кукурузная мука, 10 % рисовая мука</td></tr>
</table>

Рис1. Органолептические показатели контроля и 7 образцов хлеба с различной дозировкой сорговой, кукурузной и рисовой муки.

Анализируя данные, представленные в таблице 2, установлено, что Образец 1 по

физико-химическим показателям качества не соответствовал нормам ГОСТ Р 2077—2023. Образцы 2,5 имели низкие показатели качества пористости. Образцы 3,6,7 имели завышенную влажность, что так же, не соответствует нормам ГОСТ Р 2077—2023. Образец 4 продемонстрировал оптимальные характеристики, при этом была зафиксирована тенденция к увеличению пористости и удельного объёма по сравнению с контрольной группой. Анализируя данные, представленные на рисунке 1. Внешний вид - изделия соответствовали хлебной форме, в которой производилась выпечка, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов, поверхность без крупных трещин и подрывов, цвет от светло-желтого до темно-коричневого зависимости от увеличения процента дозировки внесенной муки. Состояние мякиша - пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, без комочков и следов непромеса, пористость развитая, без пустот и уплотнений. Вкус - появление незначительного привкуса свойственного муки сорго, кукурузную и рисовою увеличением процента дозировки. Запах - появление незначительного запаха свойственного муки муки сорго, кукурузную и рисовою увеличением процента дозировки. Для оценки качества белка в образцах хлеба был рассчитан аминокислотный скор (АКС). Затем вычисляли коэффициент рациональности аминокислотного состава (КРАС) [2].Аминокислотный состав и величины АКС образцов представлены в таблице 3. Аминокислотный состав и показатели АКС контрольного хлеба и 7 образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Аминокислотный состав хлеба ржано-пшеничного «Орловский» с и исследуемых образцов

Незаменимые аминокислоты	Контроль		Образец 1		Образец 2		Образец 3		Образец 4		Образец 5		Образец 6		Образец 7	
	мг/г белка	Скор, %	мг/г белка	Скор, %	мг/г белка	Скор, %	мг/г белка	Скор, %	мг/г белка	Скор, %	мг/г белка	Скор, %	мг/г белка	Скор, %	мг/г белка	Скор, %
Лейцин	81	116	75	107	77	110	81	116	83	119	88	126	92	131	96	137
Фенилаланин+тирозин	75	125	76	127	75	125	75	125	74	123	74	123	73	122	74	123
Лизин	25	45	24	44	25	45	25	45	26	47	27	49	28	51	30	55
Валин	50	100	50	100	50	100	50	100	51	102	51	102	51	102	52	102
Триптофан	11	110	11	110	11	110	11	110	11	110	11	110	11	110	11	110
Изолейцин	37	93	38	95	37	93	37	93	37	93	36	90	36	90	34	85

Окончание таблицы 3

Продолжение таблицы 3

Метионин + цистеин	29	83	26	74	28	80	29	83	30	86	31	89	32	91	32	91
Треонин	36	90	36	90	36	90	36	90	36	90	36	90	36	90	35	88
Сумма НАК	343	-	335	-	339	-	344	-	348	-	354	-	359	-	364	-
БЦ, %	50		51		51		50		51		52		53		56	

При последовательном введении кукурузной и сорговой муки (доля рисовой муки в составе всех образцов составляла 10%) наблюдалось постепенное повышение биологической ценности (БЦ), что сопровождалось увеличением содержания лизина. В контрольном образце значение БЦ составляло 50%. Анализ аминокислотного профиля исследуемых образцов показал, что лимитирующей аминокислотой во всех вариантах хлеба является лизин, уровень которого существенно ниже эталонных значений. Тем не менее его содержание постепенно возрастает при увеличении доли кукурузной муки, что положительно отражается на аминокислотном скоре и улучшает сбалансированность белка. Показатели большинства других незаменимых аминокислот, включая лейцин, валин и метионин с цистеином, также демонстрируют тенденцию к повышению, что наглядно отражено на рисунке 2, где представлена динамика их содержания во всех образцах хлеба

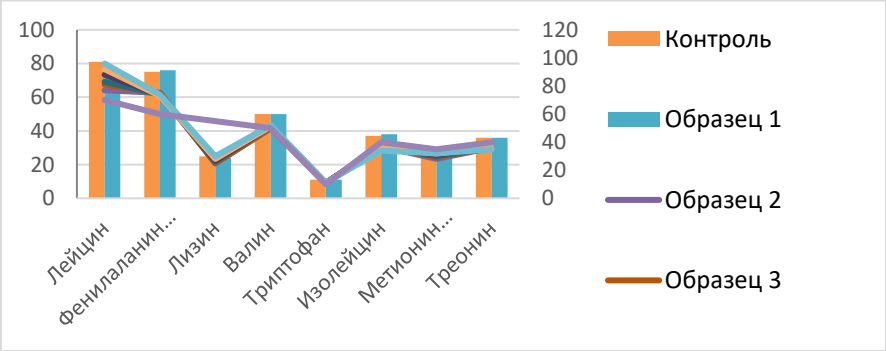


Рис 2. Содержания незаменимых аминокислот в исследуемых образцах хлеба

Суммарное содержание незаменимых аминокислот возрастает от 335 до 364 мг/г белка, а биологическая ценность увеличилась с 51 % до 56 %, что подтверждает улучшение аминокислотного профиля при росте доли кукурузной муки. Наиболее выраженное повышение биологической ценности наблюдается в образцах с максимальным содержанием кукурузной муки (образец 7 - 30 % сорговая мука, 60 % кукурузная мука, 10 % рисовая мука), однако с технологической позиции оптимальным остаётся (образец 4 - 60 % сорговая мука, 30 % кукурузная мука, 10 % рисовая мука). Таким образом, данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что комбинирование сорговой, кукурузной и рисовой муки способствует формированию более полноценного аминокислотного состава белка и повышению биологической ценности готового изделия по сравнению с использованием одной сорговой муки. В

результате проведённых исследований по разработке рецептуры безглютенового хлеба с использованием сорговой, кукурузной и рисовой муки установлено следующее:

1. Органолептические испытания показали, что добавление кукурузной и рисовой муки улучшает аромат и текстуру хлеба, сохраняют приятный вкус и пористость. При этом образцы 2-4 характеризовались наиболее выраженной и благоприятной ароматикой среди всех исследуемых образцов

2. Анализ аминокислотного состава подтвердил, что комбинирование трёх видов муки формирует более сбалансированный профиль незаменимых аминокислот и повышает аминокислотный скор, особенно в образце 7 - 30 % сорговая мука, 60 % кукурузная мука, 10 % рисовая мука.

3. Повышение доли кукурузной муки в составе приводит к росту биологической ценности белка, максимальное значение которой отмечено у образца 7 (БЦ 56 %). Тем не менее оптимальным по технологическим характеристикам является образец 4 (БЦ 51 %), поскольку его физико-химические и органолептические параметры соответствуют требованиям ГОСТ и подтверждают его практическую пригодность.

4. Введение псиллиума в количестве 0,026 кг на 1 кг является необходимым для формирования структуры безглютенового теста, улучшения формоустойчивости и повышения пористости мякиша.

Таким образом, сочетание сорговой, кукурузной и рисовой муки в пропорции 60:30:10 можно рекомендовать как оптимальное для производства безглютенового хлеба с высокими потребительскими и пищевыми характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алабушев А. В., Ковтунов В. В., Кравченко Н. С. и др. Оценка новых сортов сорго зернового при использовании в хлебопечении // Вестник Воронежского ГАУ. 2017. № 3(54). С. 144–150.

2. Ананьина О. Е. Безглютеновый хлеб: польза и вред // Современные тенденции и перспективы развития общественного питания… Екатеринбург, 2021. С. 26.

3.Белъмер С. В., Ревнова М. О. Целиакия у детей и взрослых. Монография. 2024. С.13.

4. Бурматнов, В. В. Перспективы использования муки тритикале в хлебопекарной промышленности / В. В. Бурматнов, А. А. Андреева, А. А. Агафонова // Международная научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. – 2025. – № 1. – С. 35-38.

5. Воронина, Д. В. Особенности производства безглютенового хлеба / Д. В. Воронина // Пищевые инновации и биотехнологии… – Кемерово, 2021. – С. 24-25.

6. Головенко О. В., Михайлова Т. Л. Эффективность пищевых волокон из оболочки семян подорожника овального (псиллиум)… // Клинические перспективы гастроэнтерологии 2010. № 2. С. 27–31.

7. Древнин В. Е., Таранова Е. С., Калмыкова Е. В. Нетрадиционное растительное сырьё для производства хлебобулочных изделий функционального назначения // Вестник МАУНИВЕР. – 2023. С.20-21.

8. Журавлёва Е. О., Пасько О. О., Козубаева Л. А. Безглютеновый хлеб с мукой из семян расторопши // Ползуновский вестник. 2016. № 3. С. 49–52.

9. Исаков Я.И. Сорго. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 184 с.

10 Кабылда А. И. Изучение аминокислотного состава различных видов безглютеновой муки // Научные труды молодых ученых. 2022.

11. Козубаева Л. А., Кузьмина С. С. Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных изделий // Ползуновский вестник. 2022. № 4(1). С. 57–67.

12. Комарова Е. В., Сухова О. В. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционного сырья // Пищевая промышленность. 2025. № 7. С. 70–73.

REFERENCES

1. Alabushev A.V., Kovtunov V. V., Kravchenko N. S. and others. Evaluation of new varieties of grain sorghum when used in baking // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University, 2017, No. 3(54), pp. 144-150.

2. Ananyina O. E. Gluten-free bread: benefits and harms // Modern trends and prospects for the development of public catering... Yekaterinburg, 2021. p. 26.

3. Belmer S. V., Revnova M. O. Celiac disease in children and adults. The monograph. 2024. C.13.

4. Burmatnov, V. V. Prospects of using triticale flour in the bakery industry / V. V. Burmatnov, A. A. Andreeva, A. A. Agafonova // International Scientific and Practical Conference of young scientists and specialists of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences. - 2025. – No. 1. – pp. 35-38.

5. Voronina, D. V. Features of gluten–free bread production / D. V. Voronina // Food innovations and biotechnologies... Kemerovo, 2021. pp. 24-25.

6. Golovenko O. V., Mikhailova T. L. The effectiveness of dietary fiber from the shell of psyllium plantain seeds... // Clinical prospects of gastroenterology, 2010. No. 2. pp. 27-31.

7. Drevnin V. E., Taranova E. S., Kalmykova E. V. Non-traditional vegetable raw materials for the production of functional bakery products // Bulletin of MAUNIVERSE. – 2023. pp.20-21.

8. Zhuravleva E. O., Pasko O. O., Kozubaeva L. A. Gluten-free bread with flour from milk thistle seeds // Polzunovsky bulletin. 2016. No. 3. pp. 49-52.

9. Isakov Ya.I. Sorghum. – M.: Rosselkhoznadzor, 1975. – 184 p.

10. Kabylda A. I. Study of the amino acid composition of various types of gluten-free flour // Scientific works of young scientists. 2022.

11.Kozubaeva L. A., Kuzmina S. S. Modern trends in the formation of an assortment of gluten-free flour products // Polzunovsky bulletin. 2022. No. 4(1). pp. 57-67.

12. Komarova E. V., Sukhova O. V. Expanding the range of bakery products using non-traditional raw materials // The food industry. 2025. No. 7. pp. 70-73.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 664.696.9 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-122-127

Разработка рецептуры и технологии питательного батончика для быстрого перекуса

Development of a recipe and technology for a nutritious snack bar

Доцент М.А. Заикина (ORCID 0000-0002-6457-6442), студент А.А. Заикин (ORCID 0009-0009-2566-6427),
(Юго-Западный государственный университет) кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, тел. 8(4712)32-46-66, zaikina.marija@yandex.ru

Associate Professor M.A. Zaikina (ORCID 0000-0002-6457-6442), student A.A. Zaikin (ORCID 0009-0009-2566-6427),
(South-West State University) chair of commodity, technology and expertise of goods,
tel. 8(4712)32-46-66, zaikina.marija@yandex.ru

Реферат. На сегодняшний день самыми востребованными продуктами для потребителей считаются злаковые и фруктово-ореховые батончики. В связи с этим актуальным является разработка технологии производства натуральных батончиков для быстрого перекуса с использованием орехов и сухофруктов. В них намного меньше калорий и сохраняются витамины, которыми полны свежие плоды. Батончиков для быстрого перекуса не обжариваются в масле, следовательно, в них нет консервантов и красителей, а также опасных канцерогенов. В настоящее время для пищевой отрасли является актуальным введения нового продукта, изготавливаемого без обжаривания, без добавления консервантов и сахара. Добавление или замена одних ингредиентов в состав питательных батончиков влечет за собой изменение технологии производства и требует изучения этих изменений. Представлена рецептура и технология производства образцов питательного батончика для быстрого перекуса с заменой изолята соевого протеина на нут и сахара на различные сиропы (стевии и фиников). За основу была взята классическая рецептура питательного батончика с изолятом соевого протеина. С учетом вводимых рецептурных ингредиентов (нута и финикового сиропа) были подобраны путем многократных пробных выработок были подобраны оптимальные режимы производства, обеспечивающие получение продукта, отвечающего требованием нормативной документации. Технологический процесс производства разрабатываемого питательного батончика состоит из двух этапов: предварительного приготовления нута, заменяющего белковый компонент, и непосредственно приготовление батончика. Замена сахарного сиропа на сироп стевии оказал негативное влияния, изделие рассыпалось и пригорало. Замена на финиковый сироп, которые обладает более вязкими свойствами, позволило добиться нужных потребительских характеристик.

Summary. Today, cereal and fruit and nut bars are considered the most popular products for consumers. In this regard, it is important to develop a technology for the production of natural bars for a quick snack using nuts and dried fruits. They contain much fewer calories and retain the vitamins that fresh fruits are full of. Snack bars are not fried in oil; therefore, they do not contain preservatives and dyes, as well as dangerous carcinogens. Currently, it is relevant for the food industry to introduce a new product made without roasting, without the addition of preservatives and sugar. Adding or replacing some ingredients in the composition of nutritional bars entails a change in production technology and requires studying these changes. The formulation and production technology of a nutritional bar for a quick snack with the replacement of soy protein isolate with chickpeas and sugar with various syrups (stevia and dates) are presented. The classic formula of a nutritional bar with soy protein isolate was used as a basis. Taking into account the prescription ingredients introduced (chickpeas and date syrup), optimal production modes were selected through repeated trial workings to ensure the production of a product that meets the requirements of regulatory documentation. The technological process of production of the developed nutritional bar consists of two stages: pre-preparation of chickpeas, replacing the protein component, and direct preparation of the bar. Replacing sugar syrup with stevia syrup had a negative effect, the product crumbled and burned.

© М.А. Заикина, А.А. Заикин, 2026

Replacing it with date syrup, which has more viscous properties, made it possible to achieve the desired consumer characteristics.

Ключевые слова: питательный батончик, нут, финики, клюква сушеная, фундук, финиковый сироп, сироп стевии, рецептура, технология.

Keywords: nutritional bar, chickpeas, dates, dried cranberries, hazelnuts, date syrup, stevia syrup, formulation, technology.

Каждый производитель продуктов питания стремится найти нишу, которая позволит стабильно наращивать объемы реализации и прибыль. При этом все стремятся избежать высоких вложений на разработку и вывод товара на рынок и не затеряться на нем. Хорошим решением всегда является использование орехов и сухофруктов, которые усиливают привлекательность и увеличивают добавленную стоимость любого продукта. Одно из самых выгодных направлений в этой сфере – производство питательных батончиков для быстрого перекуса. Потребление таких продуктов на протяжении последних лет демонстрирует положительный тренд. В последние годы изменения в образе жизни людей, нехватка времени на приготовление полноценной еды, и постоянная информация о влиянии питания на состояние здоровья кардинально изменили пищевые привычки потребителей, поэтому проблема здорового сбалансированного питания среди населения очень актуальна и является одной из приоритетных [1]. Проблемой многих родителей является быстрые перекусы детей. Высокое потребление жиров и сахара между приемами пищи, при низком содержании белка и клетчатки негативно сказывается на здоровье детей [2]. Впрочем, и взрослые в настоящее время вместо полноценный обед предпочитают перекусы на ходу. Быстро перекусить и насытиться «этим удовольствием» не всегда бывает полезно. У населения из-за дефицита времени увеличивается спрос на продукцию, отвечающую требованиям быстрого питания. Среди потребителей большой популярностью пользуются сухие завтраки, злаковые батончики, снеки, без дополнительной кулинарной обработки, изготовленные из злакового зерна, фруктов, овощей. Особенность популярных продуктов быстрого питания, это их функциональные свойства. Продукты функционального назначения способствуют сохранению и укреплению здоровья, предупреждают заболевания, связанные с неправильным питанием и воздействием вредных факторов [3].

Среди батончиков для быстрого перекуса наиболее востребованы злаковые батончики с добавлением орехов и сухофруктов [4]. Главная их цель – предотвращение и профилактика дефицита ценных питательных веществ. Одним из способов получения батончиков для быстрого перекуса является замена или исключение некоторых ингредиентов, таких как сахар и соевый белок, поскольку в избыточном количество могут негативно влиять на здоровье человека. При разработке нового вида питательного батончика в качестве контрольного образца использовали рецептуру питательного батончика с соевым белком. В рецептуре контрольного образца произведена полная замена изолята соевого протеина на нут, (во всех образцах), сахар на сироп стевии (образец №1) или финиковый сироп (образец №2). Рецептура образцов № 1, № 2 и контрольного представлена в табл. 1.

Качество применяемого сырья должно отвечать требованиям соответствующей нормативно—технической документации. Количественное соотношение ингредиентов подбиралось экспериментально, с учетом пробных выработок питательных батончиков, а также органолептических и физико-химических показателей готового продукта. Все пищевое сырье, используемое в процессе производства питательных батончиков, должно соответствовать установленным стандартам, техническим условиям и санитарно-гигиеническим нормам. Наличие гигиенического сертификата (или санитарно-эпидемиологического заключения), сертификатов соответствия или удостоверений качества, подтверждающих безопасность и высокое качество, является обязательным [5].

Таблица 1

Рецептура контрольного и разрабатываемых образцов нового вида питательного батончика

Ингредиенты	Количество на 10 шт		
	Контрольный образец	Образец №1	Образец №2
Изолят соевого протеина, г	80	-	-
Овсяные хлопья, г	200	-	-
Финики, г	100	100	100
Нут, г	-	150	150
Сушеная клюква, г	50	50	50
Фундук, г	35	35	35
Сахарный сироп, г	24	-	-
Сироп стевии, г	-	24	-
Финиковый сироп, г	-	-	24
Агар-агар, г	2	2	2
Вода, мл	200	200	200
Кунжут, г	-	2	2

Технологический процесс производства питательного батончика для быстрого перекуса, с заменой сахара на финиковый сироп и соевого белка на нут, имеет свои особенности. На рис. 1 представлена технологическая схема приготовления питательного батончика для быстрого перекуса.

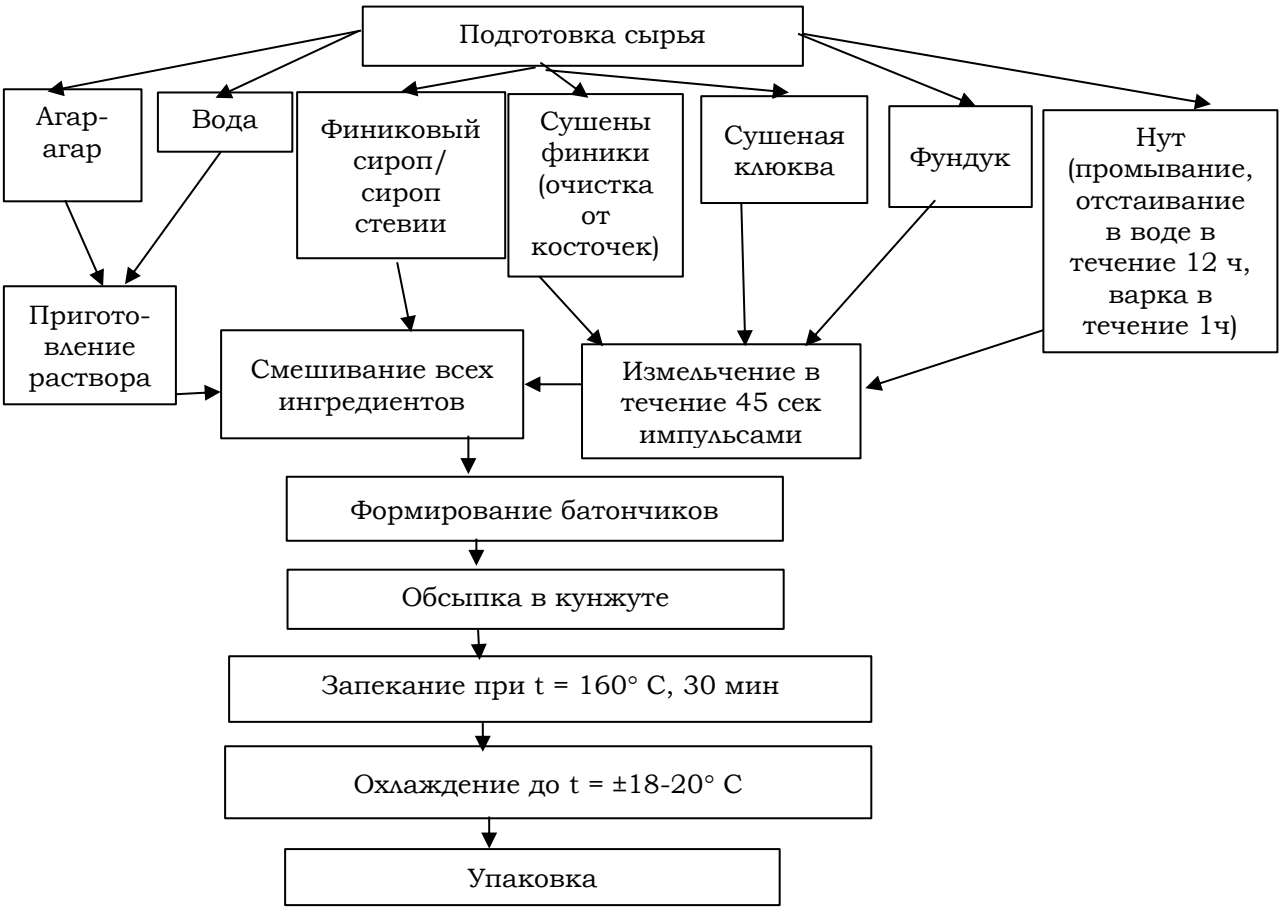


Рис. 1. Технологическая схема производства питательного батончика для быстрого перекуса

Приготовление массы питательного батончика начинают с подготовки сырья. На первом этапе перебирают нут, промывают и замачивают в холодной воде температурой не выше +15 °С. Через 12 ч воду сливают, а нут снова заливают холодной водой (2,5 л воды на 1 кг нута) и варят в закрытой посуде при слабом, но непрерывном кипении до готовности. После того, как нут станет мягкими, варку прекращают, добавляют соль и оставляют его на 15-20 мин в отваре. Далее сливают воду и перекладывают вареный нут в измельчитель. Туда же добавляют сушеные финики (очищенные от косточки), клюкву сушеную и орехи. Все ингредиенты измельчают в течение 45 с и добавляют финиковый сироп. Агар замачивают в теплой воде в течение 15 мин. Далее варят до кипения постоянно помешивая. Полученный загуститель смешивают с измельченной массой питательного батончика. На рис. 2 представлена полученная масса питательного батончика с агаром.

Полученную массу формируют в батончики небольшого формы и обваливают в кунжуте. Далее отправляют в духовку, разогретую до 160°С, на 30 мин.



Рис.2. Масса питательного батончика с агаром

После приготовления батончики охлаждают в течение 12 часов и упаковывают. Внешний вид разработанных образцов представлен на рис.3. В процессе исследования образец №1 показал, что сироп стевии не подходит, как заменитель сахарного сиропа для данных ингредиентов. Полученные батончики по рецептуре №1 получились очень рассыпчатыми и пригорали, что возможно связано с низкой связующей способностью сиропа стевии. Образец №2 показал себя с наиболее лучшей стороны, так как финиковый сироп более густой и обладает более высокой связующей способностью [6].



а) *б)*

Рис. 3. Внешний вид разработанных образцов: а) образец №1, б) образец №2

В ходе производственных испытаний установлено, что лучшие технологические характеристики имеет образец с добавлением финикового сиропа. Разработанный образец имеет более приятный, кисловато-сладкий вкус. Запах приятнее и насыщеннее. Цвет светло-коричневый. Консистенция полутвердая. Поддается разламыванию. Форма прямоугольная, без трещин и разломов. В табл.2

представлены физико - химические показатели питательного батончика с финиковым сиропов в сравнении с контрольным образцом. Исследования проводились в инновационной научно-исследовательской испытательном центре коллективного пользования ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

Таблица 2

Физико - химические показатели питательного батончика с финиковым сиропов в сравнении с контрольным образцом

Показатели качества питательных батончиков	Контрольный образец	Разработанный образец	Метод испытания
Влажность, %	15,1	16,83	ГОСТ 33977-2016
Массовая доля сырой клетчатки в сухом веществе, %	0,15	2,95	ГОСТ 31675-2012, инструкция к прибору Fibertec 1020
Массовая доля белка, %	9,3	8,46	ГОСТ 34551-2019
Сахароза, %	16,79	7,17	ГОСТ 5903-89, п.п.6.2

В разработанном образце питательного батончика для быстрого перекуса по сравнению с контрольным содержание сахарозы снижено в 2 раза, массовая доля клетчатки в сухом веществе увеличилось в 19 раз. Массовая доля белка и влажность в разработанном образце не значительно снизилось за счет замены изолята соевого протеина и овсяных хлопьев на нут.

Таким образом, при производстве питательных батончиков для быстрого перекуса с целью расширения его ассортимента и улучшения качественных показателей рекомендуется применять нут и финиковый сироп, так как именно такая замена позволяет получить батончик с приемлемыми органолептическими и физико-химическими показателями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Manufacture of healthy snack bars supplemented with moringa sprout powder // LWT, 2022, Volume 154, p. 112828.
2. Modulation of snack foods: An approach to overcome hidden hunger in children // Nutrition, 2025, Volume 135, p. 112777
3. A. Ciurzyńska, W.Marczak, A. Lenart, M. Janowicz. Production of innovative freeze-dried vegetable snack with hydrocolloids in terms of technological process and carbon footprint calculation // Food Hydrocolloids, 2020, Volume 108, p. 105993
4. F. Boukid, M. Mefleh, H. Mameri, Plant protein innovations in snacks and bakery: Synergy of market trends and scientific advances // Food Bioscience, 2024, Volume 62, p. 105580
5. Пьяникова Э. А., Ковалева А. Е., Колокольчиков И. С., Грешилов Е. Т. Технология производства печенья сахарного диетического // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2023. – № 4. – С. 114-119. – DOI 10.24412/2311-6447-2023-4-114-119.
6. Nashi K. Alqahtani, Tareq M. Alnemr, Hattim M.M. Makki, Dina O.M. Ali. Date syrup (dibs) as healthy natural sweetener ingredient in peanut butter processing: Impact on physico-chemical, sensory, textural profile and microstructure properties // LWT, 2025, № 221, p. 117590.
7.

REFERENCE

1. Manufacture of healthy snack bars supplemented with moringa sprout powder // LWT, 2022, Volume 154, p. 112828.
2. Modulation of snack foods: An approach to overcome hidden hunger in children // Nutrition, 2025, Volume 135, p. 112777
3. A. Ciurzyńska, W.Marczak, A. Lenart, M. Janowicz. Production of innovative freeze-dried vegetable snack with hydrocolloids in terms of technological process and carbon footprint calculation // Food Hydrocolloids, 2020, Volume 108, p. 105993
4. F. Boukid, M. Mefleh, H. Mameri, Plant protein innovations in snacks and bakery: Synergy of market trends and scientific advances // Food Bioscience, 2024, Volume 62, p. 105580
5. P'yanikova E. A., Kovaleva A. E., Kolokol'chikov I. S., Greshilov E. T. Tekhnologiya proizvodstva pechen'ya saharnogo dieticheskogo // Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. – 2023. – № 4. – S. 114-119. – DOI 10.24412/2311-6447-2023-4-114-119.
6. Nashi K. Alqahtani, Tareq M. Alnemr, Hattim M.M. Makki, Dina O.M. Ali. Date syrup (dibs) as healthy natural sweetener ingredient in peanut butter processing: Impact on physico-chemical, sensory, textural profile and microstructure properties // LWT, 2025, № 221, p. 117590.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 664.7:664.8.037.5 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-128-136

Сравнительный анализ способов ферментации семян чечевицы для дальнейшей фортификации мясных изделий

Comparative analysis of lentil seed fermentation methods for further fortification of meat products

Аспирант Ю.С. Савельева, профессор Е.А. Молибога,
ФГАОУ ВО «Омский государственных технический университет», кафедра «Биотехнология, технология общественного питания и товароведения», julijacaveleva@mail.ru

Postgraduate student Y.S. Savelyeva, professor E.A. Moliboga,
Omsk State Technical University, Department of Biotechnology, Technology of Public Catering and Commodity Science, julijacaveleva@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются тенденции развития потребительских предпочтений на мясо и мясопродукты. В ходе анализа структуры продовольственного рынка, исследований технологии производства и статистики потребления, приведены данные о необходимости производства функциональной мясной продукции на основе «местного» функционального сырья. Изложена информация о возможностях использования трансформированного растительного сырья для фортификации мясного изделия из куриной печени. В статье рассмотрен способ внесения чечевицы в паштет из куриной печени разрабатываемой рецептуре. Данный продукт должен отличается повышенной биологической ценностью, сбалансированным аминокислотным, витаминным и минеральным составом и способствует улучшению перевариваемости.

Abstract: The article examines trends in consumer preferences for meat and meat products. Through the analysis of the structure of the food market, production technology studies, and consumption statistics, data are presented on the need for the production of functional meat products based on "local" functional raw materials. Information is provided on the potential use of transformed plant raw materials for fortifying meat products made from chicken liver. The article discusses the method of incorporating lentils into chicken liver pâté in the developed recipe. This product is expected to have increased biological value, a balanced amino acid, vitamin, and mineral composition, and to contribute to improved digestibility.

Ключевые слова: фортификация, мясной паштет, чечевица, потребительский спрос, функциональный мясной продукт, растительные ингредиенты, технологические процессы, куриная печень.

Keywords: fortification, meat pâté, lentils, consumer demand, functional meat product, plant ingredients, technological processes, chicken liver.

Востребованность мяса птицы исторически обусловлена как его высокой питательностью и доступностью, так и культурно-религиозными факторами. В последние десятилетия дополнительными факторами популярности мяса птицы являются его хорошая сочетаемость практически с любыми другими ингредиентами и гарнирами, а также продвижение в качестве более полезной альтернативы других видов мяса. Как следствие, на рынке данной продукции сегодня наблюдается активное расширение ассортимента – от охлажденных и замороженных полуфабрикатов до колбасных изделий и деликатесов.

Российский рынок мяса в последние годы характеризуется стабильным увеличением объемов потребления и производства мяса. Согласно данным Росстата,

© Ю.С. Савельева, Е.А. Молибога, 2026

подушевое потребление мяса и мясопродуктов (в пересчете на мясо) в 2025 г. составило 83 кг против 75 кг в 2019 г., в то время как уровень самообеспечения страны данной продукцией за аналогичный период вырос с 97,4% до 101,7%. Положительная динамика обусловлена несколькими факторами, среди которых основными являются увеличение спроса на животный белок и государственная поддержка отрасли (включая льготное кредитование и различные субсидии) [10, с. 31-34]. За 2019–2024 гг. объем производства скота и птицы на убой в России увеличился на 11,4% и достиг рекордного уровня в 16,9 млн тонн (среднегодовые темпы прироста значения показателя составили 2,2%). В структуре производства наибольшая доля традиционно приходится на птицу – 7,2 млн тонн в 2024 г. (42,5% общего объема). Второе место занимает свинина – 6,3 млн тонн (37,2%), далее следует крупный рогатый скот – 2,9 млн тонн (17,0%). На долю прочих видов скота (овцы, козы, лошади, олени и др.) приходится 0,6 млн тонн (3,4%) (рисунок 1).

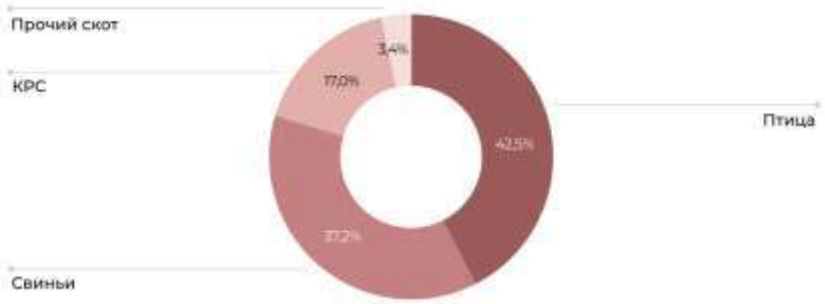


Рис. 1 Структура производства скота и птицы в России по видам в натуральном выражении, 2024 г., %

Потребление мяса птицы на душу населения в России устойчиво растет с 2021 г. По итогам 2024 г. значение показателя достигло 36,5 кг на человека в год, увеличившись на 2,2% относительно уровня 2022 г. и на 7,2% по сравнению с 2019 г. (рисунок 2).

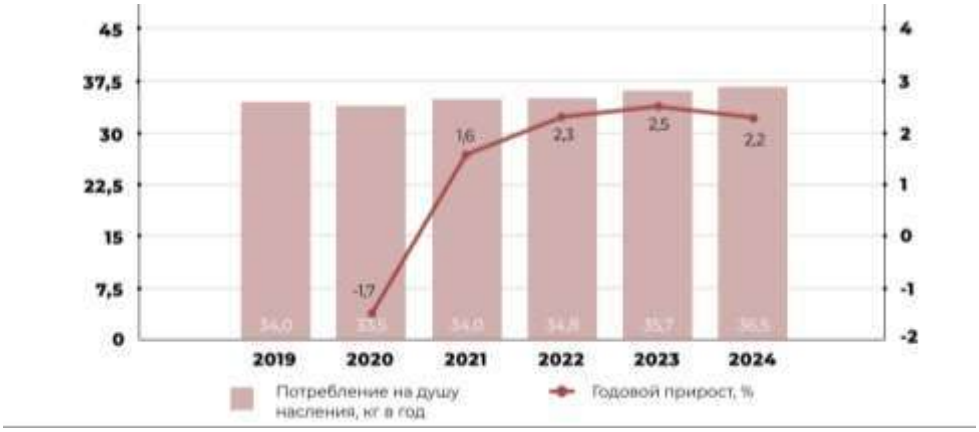


Рис.2 Потребление мяса птицы в России на душу населения в натуральном выражении, 2019–2024 гг., кг в год

По данным социологических опросов, продукцию из птицы выбирает большинство потребителей, что связано с особыми вкусовыми качествами, высокой пищевой ценностью и ценой этого товара, поэтому на сегодняшний момент важно

обновлять и совершенствовать ассортимент продуктов переработки не только мяса, но и субпродуктов птицы, отвечающих стандартизированным требованиям нормативных документов. Разработки в этой области могут способствовать повышению конкурентоспособности производственных предприятий и развитию предприятий общественного питания.

Одним из путей улучшения структуры и качества питания является перспектива развития функциональных мясных продуктов, связанная с использованием современных технологических методов обработки сырья, а также пищевых добавок [1, с.126, 2, с. 126].

Еще одним не мало важным фактором производства функциональных мясных продуктов является то, что данные продукты в основном относятся к верхнему ценовому сегменту. Высокая цена обусловлена не только дополнительными полезными свойствами – их продвижение невозможно без грамотной информационной поддержки, ведь полезные свойства должны быть понятны потребителю, а работа в этом направлении повышает затраты производителя.

Функциональные мясные продукты питания с полезными свойствами, выработанные с использованием натурального сырья, способны обеспечить предприятиям рост производства, повышение конкурентного статуса на основе обновления ассортимента для выхода на рынок мирового экономического пространства [3,с. 38-42, 4, с. 23-27, 5, с. 59-62].

Сегмент функциональных мясных и колбасных изделий считается недостаточно развитым как в Европе, так и России. Его рыночный потенциал предприятиям мясной промышленности еще предстоит осваивать.

Потребность в белке зависит от физической и нервно-психической нагрузки. При низкой физической активности более высокое содержание белка может снижать риск развития избыточной массы тела и ожирения, так как белок обладает термогенным эффектом. В связи с этим для работников умственного труда (КФА = 1,4) доля (удельный вес) белка в калорийности составляет 14%, для группы с КФА = 1,6 - 13%, для группы с КФА = 1,9 - 12,5%, а для лиц, занятых физическим трудом (КФА = 2,2), эта величина составляет 12%, хотя в абсолютном выражении их потребность в белке выше, чем у лиц первой группы. Для населения старше 65 лет доля белка в калорийности суточного рациона составляет 14%. Удельный вес жиров во всех четырех группах принят в размере 30% от калорийности. Доля углеводов колеблется соответственно от 56 до 58%. В связи с создавшимся дефицитом животного белка в мире потребности в нем населения удовлетворяется за счет других источников. Увеличение потребности в белковых продуктах на перспективу, с одной стороны, и необходимость обеспечения рационального питания - с другой, привело к возникновению и быстрому развитию качественно нового направления производстве пищи. Оно заключается в получении комбинированных продуктов питания на основе значительных потенциальных ресурсов пищевого белка, не используемого совершенно или используемого крайне нерационально.

Почти во всех странах, где достаточно развита мясная индустрия, большое внимание привлекает новый источник пищевого белка на основе растений. Растения благодаря высокому содержанию белковых веществ, относительно хорошей усвояемости и питательным свойствам, низкому содержанию жира, имеют высокую биологическую ценность. Представляются широкие возможности для целенаправленного использования растительных белков в качестве добавок при производстве мясопродуктов и как основного компонента комбинированных мясных изделий. В развитии отечественного производства белковых продуктов и растений особый интерес представляет чечевица, достоинства которой как сырьевого объекта доказаны рядом исследований. Препараты на основе чечевицы применяются как добавки в рецептурах традиционных мясных продуктов



(консервов, вареных колбас, паштетов и др.), а также как один из компонентов при производстве искусственных мясных продуктов. Причем отечественные белковые препараты на основе чечевицы ничуть не уступают соевым. Развитие направления по получению и применению белковых препаратов отечественного производства требует качественно новых подходов и решений существенного пересмотра ассортимента, рецептур и технологий производства продуктов массового потребления, координального пересмотра устоявшихся представлений о критериях их качества и пищевой ценности [6, с. 21, 7, с. 31-34].

Здесь перспективу имеет разработка и внедрение нового поколения пищевых технологий, направленных на производство продуктов питания заданного химического состава и свойств, высокой биологической ценности, с учетом потребностей различных социальных, профессиональных и возрастных групп населения, в том числе продуктов лечебно-профилактического, детского и диетического питания. Экспериментальные исследования проводили в условиях кафедры «Биотехнология, технология общественного питания и товароведения» и ООО «Центр сертификации и экспертизы «Омск-Тест».

Определение аминокислотного состава зерен чечевицы проводили с помощью хроматографа жидкостного «Люмахром» соответствии с инструкцией к прибору. Физико-химические показатели определяли согласно нормативных документов на методы исследования: МУ 1-40/3805-91 методические указания по лабораторному контролю качества продукции общественного питания; МУ 4237-86 методические указания по гигиеническому контролю за питанием в организованных коллективах. Токсичные элементы: ГОСТ 33824-2016 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка); ГОСТ 31628-2012 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации мышьяка; МУ 5178-90 Методические указания по обнаружению и определению содержания общей ртути в пищевых продуктах методом беспламенной атомной абсорбции. Остаточное количество пестицидов: МУ 2142-80 Методические указания по определению хлорорганических пестицидов; МУ 1541-76 Методические указания по определению 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты; МУ 1218-75 Методические указания по определению ртутьорганических пестицидов в овощах, продуктах животноводства, кормах и патматериале хроматографическими методами. Микотоксины: М 04-32-2004 МВИ массовой доли афлатоксина В1 в пробах пищевых продуктов, продовольственного сырья, комбикормах и сырье для их производства методом ВЭЖХ с использованием анализатора жидкости "Флюорат-02" в качестве флуориметрического детектора. Микробиологические показатели: ГОСТ 10444.15-94 Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов; ГОСТ 10.444.12-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. Средства измерения осуществлялось посредствам оборудования: Анализатор ПАН-As, анализатор ртути типа «Юлия-5К», весы лабораторные ВЛА-225М, весы электронные HL-200i, весы электронные лаборврные серии «ЭВА» СКА-220В, дозатор 1-капельный механический с варьируемым объемом дозирования «BIOHIT proline», дозатор 1-капельный механический с варьируемым объемом дозирования «BIOHIT», дозатор пипеточный переменного объема «BIOHIT Proline Plus», комплекс аналитический вольтамперметрический, хроматограф жидкостный «Люмахром».

На кафедре “Биотехнология, технология общественного питания и товароведение” ОмГТУ ведется научно- исследовательская работа по разработке технологических решений при фортификации мясного изделия с применением растительного и животного белка. В данной научно- исследовательской работе

проведен ряд исследований, направленных на повышение пищевой и биологической ценности мясного изделия, а именно паштета на основе куриной печени. Исследования были направлены на выявление оптимального варианта в обогащении мясного фарша растительным сырьем. Основным растительным сырьем, т.е. объектом для исследования, являлась чечевица сорта “Татьянка” (секция ФГБОУ ОмГАУ). Подготовка растительного сырья заключалась в замачивании чечевицы в ростильнях при температуре 18±2°С и выдержка в течение 3 суток в термостате электрическом суховоздушном марки ТС-200 СПУ (рис. 3). В качестве меняющегося фактора в эксперименте являлась среда для замачивания чечевицы: Опыт 1 – чечевица, погруженная в воду; Опыт 2 - чечевица, погруженная в воду с имбирем; Опыт 3 – чечевицы, погруженная в воду с солью; Опыт 4 - чечевица, пророщенная в воде сварена по технологии су-вид.



Рис. 3 Процесс проращивания чечевицы

Для подтверждения гипотезы о возможности повышения биологической ценности используемого растительного сырья, образцы чечевицы отбирались для определения аминокислотного состава через 72 часа после начала проращивания (рисунок 4). В качестве контроля выбраны образцы не пророщенной чечевицы.



Рис. 4 Пророщенные бобы чечевицы

Опыт 3 был снят с экспериментальных исследований в связи с отсутствием элементов прорастания (среда: вода с солью). На рисунке 5 представлен скрининг аминокислот в исследуемых образцах.

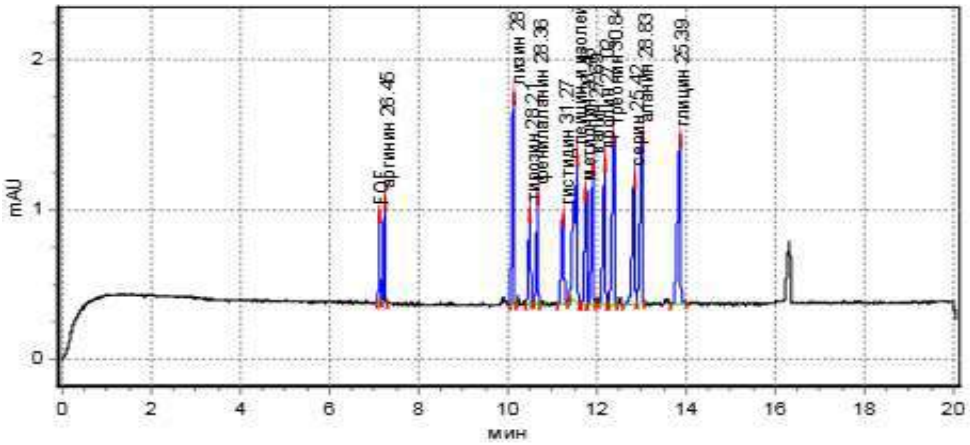


Рис.5 Содержание незаменимых аминокислот в биообъекте



В процессе проращивания отмечается снижение биологической ценности пророщенной чечевицы в разных питательных средах (таблица 1). Стоит обратить внимание, что в пророщенных образцах чечевицы лабораторным путем определено высокое содержание массовой доли аспарагиновой кислоты и аспарагина (в сумме, %) и массовая доля глутаминовой кислоты и глутамина (в сумме, %). Используемый нормативный документ в данном исследовании ГОСТ Р 55569-2013. Повторность проводимых исследований от 3 до 5-и. Токсичные элементы, остаточное количество пестицидов, микотоксины, микробиологические показатели – не обнаружено.

Таблица 1

Содержание аминокислот в опытных образцах чечевицы

Наименование аминокислот, %	Результаты испытаний с характеристикой погрешности (при P=0,95)/расширенной неопределенности (при k=2), C±Δ/U			
	Контроль	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 4
Аланин	1,00±0,25	0,43±0,11	0,48±0,12	0,43±0,11
Аргинин	1,43±0,57	0,50±0,20	0,54±0,22	0,54±0,22
Валин	0,97±0,39	Менее 0,5 (0,44)*	Менее 0,5 (0,40)*	Менее 0,5(0,45)*
Гистидин	Менее 0,5 (0,38)*	Менее 0,5 (0,33)*	Менее 0,5 (0,13)*	Менее 0,5(0,23)*
Глицин	0,88±0,30	0,38±0,13	0,37±0,13	0,38±0,13
Лейцин и изолейцин (сумма)	1,19±0,31	0,52±0,14	0,52±0,13	0,55±0,14
Лизин	1,63±0,56	0,69±0,24	0,66±0,23	0,72±0,25
Метионин	Менее 0,25 (0,00)*	Менее 0,25 (0,00)*	Менее 0,25 (0,00)*	Менее 0,25 (0,00)*
Пролин	0,88±0,23	0,39±0,10	0,44±0,11	0,42±0,11
Серин	0,99±0,26	0,41±0,11	0,40±0,10	0,46±0,12
Тирозин	0,65±0,19	0,27±0,08	0,27±0,08	0,32±0,10
Треонин	0,71±0,28	Менее 0,5 (0,36)*	Менее 0,5 (0,37)*	Менее 0,5 (0,40)*
Фенилаланин	1,05±0,31	0,50±0,15	0,45±0,13	0,52±0,15
Цистин	Менее 0,1 (0,00)*	Менее 0,1 (0,00)*	Менее 0,1 (0,00)*	Менее 0,1 (0,00)*
М.д. аспарагиновой кислоты и аспарагина (сумма)	4,26±1,71	1,29±0,52	1,50±0,60	1,58±0,63
М.д. глутаминовой кислоты и глутамина (сумма)	4,80±1,92	1,45±0,58	1,49±0,60	1,67±0,67

Примечание: * - в скобках указаны справочные данные

Из представленных данных можно констатировать то, что массовая доля белка в чечевице до тепловой обработки составила 9,26% после тепловой обработки в Опыте 4 составило 8,35%, по содержанию аминокислот: аланин составил 0,43±0,11%,

уменьшение не произошло; повышение показателей: аргинин - 0,54±0,22% (0,50±0,20%), лейцин и изолейцин - 0,55±0,14% (0,52±0,14%), лизин 0,72±0,25% (0,69±0,24%), массовая доля (глутаминовой кислоты и глутамина) составила 1,67±0,67% (1,45±0,58%), массовая доля (аспаргановой кислоты и аспаргинина) 1,58±0,63% (1,29±0,52%). По представленным данным можно предположить, что сохранение аминокислот в чечевице происходит за счет:

- низкотемпературного режима тепловой обработки;
- эффективного переноса тепла от воды (пара) в продукт при вакуумной упаковке, т.е. снижения степени окисления и сохранение питательных веществ, в том числе аминокислоты;
- плавного температурного нагрева для щадящего изменения свойств белка и предотвращения серьезных повреждений клетки, в которой содержатся питательные вещества;
- равномерного прогревания продукта, исключая вероятность его подгорания или пересыхания.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что не весь биологический материал, т.е. чечевица, пригодна для проращивания и соответственно не может быть идеальным способом в повышении биологической ценности пищевых продуктов. В ходе анализа литературных данных выбран дополнительный способ работы с растительным сырьем, получение чечевичной муки для дальнейшего использования в мясном изделии. Способ подготовки заключался в замачивании сырья в холодной воде на 15-20 минут, обработка подсырной сывороткой и упаковка в вакуум пакет на 3-е суток, при температуре ферментирования 20±2°С; высушивание при 18-23°С и последующее измельчении до мелкодисперсной фракции, при которой доступность питательных веществ из зерен чечевицы повышается. В ходе проведения эксперимента, наблюдалось изменение физико - химических показателей пророщенных образцов чечевицы (таблица 2).

Таблица 2

Физико-химические показатели пророщенной чечевицы

Наименование показателя, %	Нормативный документ на методы испытаний	Результаты испытаний с характеристикой погрешности (при P=0,95)/расширенной неопределенности (при k=2), C±Δ/U			
		Контроль	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 4
Массовая доля жира	МУ 1-40/3805-91	1,5±0,1	1,2±0,1	0,9±0,1	1,3±0,1
Массовая доля белка	МУ 1-40/3805-91	20,09	9,26	8,75	8,35
Углеводы	МУ 4237-86	46,67	25,42	28,59	31,38
Массовая доля сухих веществ	МУ 1-40/3805-91	69,5±2,1	37,7±1,1	40,2±1,2	42,2±1,3
Массовая доля золы	МУ 1-40/3805-91	1,24	1,82	1,96	1,17
Энергетическая ценность, ккал/100г	МУ 4237-86	281	150	157	171

Положительным этапом процесса ферментации зерен чечевицы является снижение содержания антипитательных веществ и повышение усвояемости организмом человека. Результаты испытаний получены с характеристикой

погрешности (при Р=0,95) /расширенной неопределенности (при k=2), С±Δ/U. Полученные результаты подтверждаются протоколами испытаний ООО «ЦСЭ «Омск-Тест» (таблица 3).

Таблица 3

Физико-химические показатели чечевичной муки

Наименование показателя, %	НД на методы испытания	Методы испытания	Значения показателей	
			Допустимый уровень / норматив по НД	Результаты испытаний
Влажность	ГОСТ 9404-88	Гравиметрический (весовой)	-	8,6±0,3/-
Зольность	ГОСТ 26312.5-84		-	2,21±0,04/-
Массовая доля белка	ГОСТ 10846-91	Титриметрический (объемный)	-	21,75

В результате проведенного сравнительного анализа двух способов подготовки растительного сырья, установлено:

- при ферментации зерен чечевицы содержание белка не уменьшилось, как при проращивании;
- массовая доля влажности составляет менее 10%, что гарантирует отсутствие риска развития микроорганизмов, плесени и порчи муки;
- значение зольности составляет 2,21%, что указывает на то, что в муке содержатся микро- и макроэлементы: калий, фосфор, кальций и др.

Приведенные данные по выбору оптимального способа обработки растительного сырья, позволили провести сравнительный анализ физико-химических и биологических показателей обработанного сырья. Внесение подготовленного сырья в мясной фарш не ухудшает качественных показателей готового изделия, и отвечает современным запросам потребителей на здоровое, полезное и устойчивое питание. Чечевичная мука придает паштету более плотную, нежную и однородную консистенцию, маскируя возможную зернистость печени. Она обладает мягким, нейтральным вкусом, который не перебивает основной вкус печени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирханов К.Ж. Современное состояние и перспективы производства мясных продуктов функционального назначения. /Амирханов К.Ж., Асенова Б.К., Нургазезова А.Н., Касымов С.К., Байтукенова Ш.Б. / Монография. ГУ имени Шакарима г., Алматы 2013.- С. 126
2. Амирханов К.Ж. / К.Ж. Амирханов, Б.К. Асенова, А.Н. Нургазезова, С.К. Касымов, Ш.Б. Байтукенова // Современное состояние и перспективы развития производства мясных продуктов функционального назначения: Монография. - Алма-Ата, 2013. - С. 126.
3. Асланова М.А. Функциональные мясные продукты. Проблемы и перспективы / М.А. Асланова, О.К. Деревицкая, А.С. Дыдыкин // Мясная индустрия. - 2018. - № 3. - С. 38-42.
4. Басова М.С. Перспективы использования белка бобовых культур в мясных полуфабрикатах / М.С. Басова // Современные наукоемкие технологии. - 2010. - №3. - С.23-27.

5. Бакменко О.Е. Пищевой рацион - основа для разработки продуктов функционального питания / О.Е. Бакменко, И.В.Щерба, Р.О. Будкевич, Е.В. Будкевич, К. С. Ионова // Пищевая промышленность. - 2021. -№ 3. - С. 59-62.

6. Баюми А. Разработка технологии низкокалорийных мясных рубленых полуфабрикатов с использованием растительного сырья (тигровых орехов и киноа): автореф. дис...канд.техн..наук: 05.18.04 / Баюми Ахмел Адель Ахмед Сайед. - М. - 2021. - С. 21

7. Бычкова Е.С., Госман Д.В., Бычков А.Л. Современное состояние и перспективы развития производства продуктов функционального назначения / Е.С. Бычкова, Д.В. Госман, А.Л. Бычков // Пищевая промышленность. - 2020. - № 5. - С.31-34.

8. Вайтанис М.А. Разработка рецептур мясных кнелей с пророщенными бобовыми культурами / Вайтанис М.А., Качакова Ю.К. // Ползуновский вестник № 3/2. - 2011 - С. 87-90.

9. Васюкова А.Т. Продукты с растительными добавками для здорового питания / А.Т. Васюкова, А.А. Славянский, М.Ф. Хайрулин, А.Е. Алексеев, Э. Ш. Махмадалиев // Пищевая промышленность. - 2019. - № 12. -С.72-75.

10. Еделев Д.А. Функциональное питание и перспективные тенденции пищевых технологий / Еделев Д.А., Нечаев А.П., Демидова Т.И. // Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты» Москва 2011 - С. 31-34

REFERENCES

1. Amirkhanov K.Zh. Current state and prospects of production of meat products for functional purposes. / Amirkhanov K.Zh., Asenova B.K., Nurgazezova A.N., Kasymov S.K., Baitukenova Sh.B. / Monograph. GU named after Shakarim, Almaty, 2013.- C. 126

2. Amirkhanov K.Zh. / K.Zh. Amirkhanov, B.K. Asenova, A.N. Nurgazezova, S.K. Kasymov, Sh.B. Baitukenova // Modern state and prospects of development of production of meat products of functional purpose: Monograph. - Alma-Ata, 2013. - C. 126.

3. Aslanova M.A. Functional meat products. Problems and prospects / M.A. Aslanova, O.K. Derevitskaya, A.S. Dydykin // Meat Industry. - 2018. - No. 3. - Pp. 38-42.

4. Basova M.S. Prospects for the use of legume protein in meat semi-finished products / M.S. Basova // Modern Science-Intensive Technologies. - 2010. - No. 3. - Pp. 23-27.

5. Bakmenko O.E. Food Ration - the Basis for the Development of Functional Food Products / O.E. Bakmenko, I.V. Shcherba, R.O. Budkevich, E.V. Budkevich, K.S. Ionova // Food Industry. - 2021. - No. 3. - Pp. 59-62.

6. Bayumi A. Development of Technology for Low-Calorie Meat Chopped Semi-Finished Products Using Vegetable Raw Materials (Tiger Nuts and Quinoa): abstract of dis...cand.tech.sci: 05.18.04 / Bayumi Akhmel Adel Ahmed Sayed. - M. - 2021. - P. 21

7. Bychkova E.S., Gosman D.V., Bychkov A.L. Current state and prospects of development of production of functional products / E.S. Bychkova, D.V. Gosman, A.L. Bychkov // Food Industry. - 2020. - No.

8. - Pp. 31-34. 4. Vaitanis M.A. Development of Meat Knedle Recipes with Sprouted Legumes / Vaitanis M.A., Kachakova Yu.K. // Polzunovsky Vestnik No. 3/2. - 2011 - Pp. 87-90.

9. Vasyukova, A.T. Products with Plant Additives for Healthy Nutrition / A.T. Vasyukova, A.A. Slavyansky, M.F. Khairulin, A.E. Alekseev, and E. Sh. Makhmadaliev // Food Industry. - 2019. - No. 12. - Pp. 72-75.

10. Edelev D.A. Functional nutrition and promising trends in food technologies / Edelev D.A., Nechaev A.P., Demidova T.I. // Collection of materials of the IX International Scientific and Practical Conference "Technologies and products of healthy nutrition. Functional food products" Moscow 2011 - Pp. 31-34

УДК 615.322 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-137-143

Биологически активные вещества фитокомплексов экстракта коры осины и их применение в пищевых оздоровительных системах

Biologically active substances of phytocomplexes of aspen bark extract and their use in food health systems

Старший научный сотрудник В.П. Сергун (ORCID 0009-0003-6368-9992),
Кемеровский государственный университет, лаборатория сверхкритической флюидной экстракции, тел. 8 (3822) 49-23-41, infobiolit@yandex.ru
Доцент М.М. Шамова (ORCID 0000-0001-7257-8838),
Томский государственный университет, кафедры Высшей инженерной школы агробиотехнологий, тел. 8-913-809-84-21, shamova_1976@mail.ru
Профессор В.М. Позняковский (ORCID 0000-0001-7034-4675),
Кемеровский государственный медицинский университет, кафедра гигиены, тел. 8-905-960-96-40, pvm1947@bk.ru

Senior Researcher V.P. Sergun (ORCID 0009-0003-6368-9992),
Kemerovo State University, Laboratory of Supercritical Fluid Extraction, tel. 8 (3822) 49-23-41, infobiolit@yandex.ru
Associate Professor M.M. Shamova (ORCID 0000-0001-7257-8838),
Tomsk State University, chair of Higher Engineering School of Agrobiotechnology, tel. 8-913-809-84-21, shamova_1976@mail.ru
Professor V.M. Poznyakovsky (ORCID 0000-0001-7034-4675),
Kemerovo State Medical University, chair of Hygiene, tel. 8-905-960-96-40, pvm1947@bk.ru

Аннотация. Рассмотрены биологически активные вещества коры осины, основным действующим компонентом является салицин, что подтверждено хроматографическим методом анализа. С использованием экстракта коры осины разработаны фитокомплексы в форме БАД «Экорсол +» и «Экорсол - Форте +», определены регулируемые технологические параметры производства. Установлены регламентируемые показатели качества, сроки и режимы хранения, утверждена техническая документация для организации промышленного производства.

Abstract. The biologically active substances of aspen bark are examined. The main active component is salicin, confirmed by chromatographic analysis. Using aspen bark extract, phytocomplexes in the form of dietary supplements "Ekorsol +" and "Ekorsol - Forte +" were developed, and controlled production parameters were determined. Regulated quality indicators, shelf life, and storage conditions were established, and technical documentation for industrial production was approved.

Ключевые слова: экстракт коры осины, биологически активные вещества, фитокомплексы, рецептуры, технология, показатели качества.

Key words: aspen bark extract, biologically active substances, phytocomplexes, formulations, technology, quality indicators.

Природные биологические активные вещества и их комплексы находят широкое применение в качестве специализированных продуктов и БАД при профилактике и комплексном лечении распространенных заболеваниях. Одним из таких источников является кора осины - доступный и наиболее распространенный сырьевой ингредиент [1].

© В.П. Сергун, М.М. Шамова, В.М. Позняковский, 2026

Кора осины и ее отдельные части (луб и корка) содержат широкий спектр БАВ, обладающих различными функциональными свойствами [1 - 2].

Наибольший интерес, с точки зрения практической медицины, представляют фенольные гликозиды, флавоноиды и полифенольные соединения. Основным природным фенолгликозидом является салицин, терапевтическое действие которого связано с его окислением в организме до салициловой кислоты [3 - 4]. Идентифицированы и находят применение другие представители этой группы БАВ – саликортин, тремулоидин, тремулоцин.

Из фенольных соединений следует отметить флавоноиды, учитывая их биологическую активность. Из экстрактов луба и корки выделены и идентифицированы n-крезол и 2-метилгидрохенол, которые способны подавлять рост нежелательных микроорганизмов выполняя, тем самым, защитные функции [5]. Из группы флавоноидов изучены лютеолин, рутин, нарингенин и его 7-метиловый эфир – сакуронетин, обладающий гастропрототиктивными свойствами [6]. Другие обнаруженные флавоноиды, такие как рутин, гиперозид и кверцетин также проявляют индивидуальную функциональную направленность, что открывает перспективы их использования при разработке специализированных продуктов и БАД [1, 7]. Представителями полифенольных соединений являются танины. С учетом фармакологических свойств, рассмотренные выше БАВ коры осины используются в традиционной и научной медицине в качестве средств коррекции различных метаболических нарушений [1, 8].

Целью работы являлась разработка биологически активных фитокомплексов на основе экстракта коры осины обыкновенной (*Populus tremula* L.) для применения в пищевых оздоровительных системах, определение основных действующих веществ и технологических параметров производства. Массовую долю влаги определяли на анализаторе «Элвис 2» путем высушивания при 85°С до постоянной массы в течении 15 мин. Для расчета растворимости навеску БАД в количестве 2 г растворяют в 50 см^3 очищенной воды. Гранула должна полностью раствориться в течении 10 минут.Количественное определение простых фенолов проводили в пересчете на салицин согласно, руководству по методам контроля количества и безопасности биологически активных добавок к пище (Р 4.1.1672-03);

Сумму флавоноидов в пересчете на лютеолин определяли по ГОСТ 21908.

Определение распадаемости твердых желатиновых капсул проводили согласно Приложению 3 статьи «Капсулы» ГФXI изд. 2: на лабораторном идентификаторе, состоящем из: сборной корзинки, включающей в стеклянных трубок длиной 77,5-80,0 мм (толщина 2 мм, диаметр 21,5); сосуда для жидкости на 1 м^3; термостатического прибора, поддерживающего температуру на уровне 37±2 °С; электромеханического устройства, придающего корзинке возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости (частота 28-32 цикла/мин, расстояние не менее 50 и не более 60 мм). Стеклянные трубки фиксируются в вертикальном положении двумя пластмассовыми дисками. Для проведения испытаний в каждую трубку помещают по 1 капсуле БАД, затем в сосуд при 37±2 °С с 0,1 Н раствором хлористоводородной кислоты. Капсулы должны распадаться не позднее 15 мин.Определение суммы флавоноидов в пересчете на рутин проводили следующим образом:точную навеску (0,5 г) испытуемого образца растворяют в мерной колбе (25 см^3) в 50% этаноле, доводят до метки спиртом и перемешивают раствор А. Полученный раствор помещают в мерную колбу на 10 см^3, добавляют 1 см^3 2% раствора хлорида алюминия в 95% этаноле и доводят объем спиртом до метки. По истечении 30 мин измеряют оптическую плотность на спектрофотометре в кювете с толщиной слоя 10 мм при длине волны 415 нм. Раствором сравнения служит 1 мл раствора А с добавлением 1 капли уксусной кислоты, доведенный до метки в колбе на 10 см^3 95% этанолом. Одновременно измеряют оптическую плотность ГСО рутина.

С этой целью берут точную навеску (0,05 г) предварительно высушенного рутина (в течении 3 часов при 130-135 °С), растворяют в мерной колбе на 100 см³ в 85см³ 95% этаноле, нагревают на водяной бане до полного растворения, охлаждают и доводят спиртом до метки, перемешивают. Приготовленный раствор (0,5 см³) помещают в мерную колбу 10 см³ приливают 0,5 см³ 2% раствора хлорида алюминия и доводят объем этанолом.

Расчет содержания флавоноидов проводят по формуле:

$$x = \frac{D \cdot m0 \cdot 25 \cdot 10 \cdot 100}{D0 \cdot m}, \text{ где}$$

D – оптическая плотность испытуемого раствора; D0 – оптическая плотность раствора ГСО рутина; m – масса испытуемого образца, г; m0 – масса рутина, г.

Исследования химического состава коры осины проводилось методом ВЭЖХ с определением УФ – поглощающих веществ (хромотограф «Милихром А-02», колонки с обращенной фазой Prontosil- 120-5 c18AQ).

На базе физико-химической лаборатории ООО «Биолит» (г. Томск) проведены исследования химического состава коры осины, в том числе методом ВЭЖХ с определением УФ-поглощающих веществ (хроматограф «Милихром А-02», колонка с обращенной фазой ProntoSIL-120-5 C18 AQ). На рис. 1 представлена хроматограмма экстракта коры осины, где показан объем удерживания салицина (689 нм) – ключевого биологически активного компонента БАД.

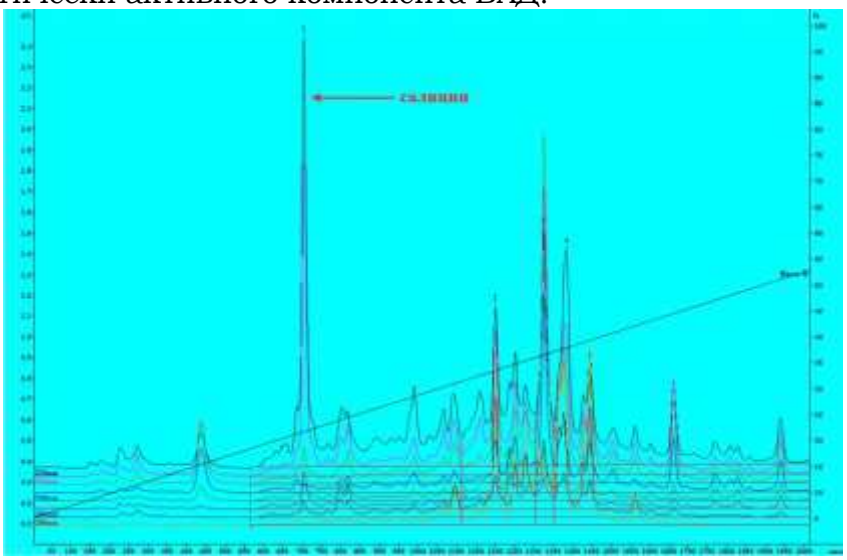


Рис. 1. Хроматограмма водного экстракта коры осины, полученная методом ВЭЖХ-УФ

Разработаны биологически активные фитокомплексы на основе экстракта коры осины обыкновенной (*Populus tremula* L.), зарегистрированы в форме биологически активных добавок к пище (БАД) – «Экорсол+» и «Экорсол-форте+».

В состав гранулированной формы БАД «Экорсол+» входят (г/на 1 г продукта): экстракт коры осины (*Populus tremula*) – 0,25; трава володушки золотистой (*Bupleurum aureum*) – 0,01; глюкоза (сорбит, фруктоза, лактоза) – 0,74.

По внешнему виду БАД «Экорсол+» представляет однородную гранулированную сыпучую массу. Установлены регламентируемые органолептические характеристики: внешний вид – гранулы диаметром от 1,0 до 4,0 мм с отсутствием посторонних механических примесей; цвет – от светло до темно-коричневого; вкус – горький; запах – специфический.

Физико-химические показатели представлены в табл. 1.

Таблица 1

Регламентируемые физико-химические показатели фитокомплекса «Экорсол+»

Показатели	Характеристика
Растворимость в воде, мин, не более	10,0
Массовая доля влаги в гранулах, %, не более	10,0
Содержание простых фенолов в пересчете на салицин, %, не менее	0,5
Сумма флавоноидов в пересчете на лютеолин, %, не более	0,5

Технология производства, представленная на рис. 2, начинается с подготовки сырья на основании анализа сопроводительных документов, маркировки и идентификации.

Исходные экстракты и глюкоза дозируются согласно рецептуре. Густые экстракты загружают в реактор-стерилизатор пастеризуют каждый экстракт при 85 °С на протяжении 3 часов и, после отклонения нагрева, сливают в чистые промаркированные емкости. Процесс пастеризации повторяют через 8 часов, проводят микробиологический анализ и направляют на стадию увлажнения (влажная грануляция), в 3 этапа: нанесение 18% - 22% и 25% - растворов экстрактов. Предварительно смешивают экстракты с глюкозой в миксере. Влажный гранулят просеивают через сито с диаметром 0,4 мм и передают в сушильную камеру (45-50 °С). После проведения стандартизации на органолептическим, физико-химическим показателям и гигиенической безопасности фасуют, упаковывают и маркируют.



Рис. 2. Технологическая схема производства БАД «Экорсол+»

Рецептуру продукта в капсулированной форме – БАД «Экорсол-форте+» составляют (г/на 1 капсулу (0,6 г): сухой экстракт коры осины (*Extractum cortices tremulae*) – 0,425; сухой экстракт травы володушки золотистой (*Bupleurum aureum*) – 0,01; МКЦ – 0,049; рутин – 0,001; тальк – 0,005; аэросил 0,01. Технология производства БАД «Экорсол-форте+» состоит из следующих основных этапов (рис. 3).

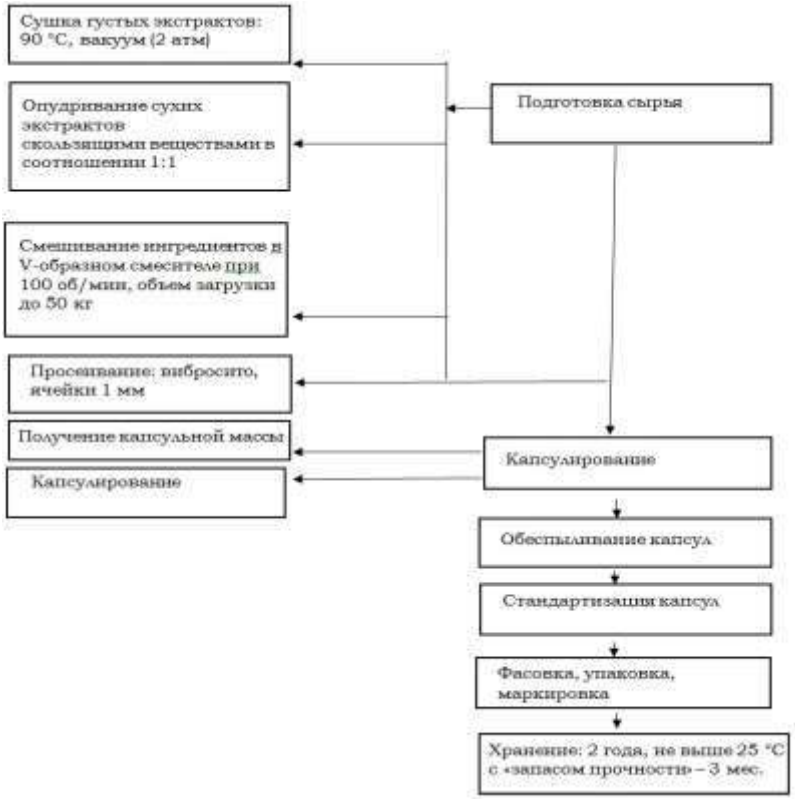


Рис. 3. Технологическая схема производства БАД «Экорсол-форте+»

Подготовка сырья включает: приготовление сухих экстрактов на установке вакуумно-импульсной сушки при 90 °С, в вакууме (2 атмосферы). Для получения 85 кг сухого экстракта коры осины необходимо 200 кг густого экстракта на 100 кг БАД «Экорсол-форте+», для сухого экстракта травы володушки золотистой эти показатели составляют соответственно 2,0 : 5,0 : 100. После сушки густых экстрактов их опудривают скользящими веществами (тальк, аэросил) в соотношении 1:1 перед смешиванием всех ингредиентов, учитывая высокую гигроскопичность сухих экстрактов. Проводят дозирование и смешивание компонентов в V-образном смесителе при 100 об/мин и объеме загрузки до 50 кг. Готовую смесь просеивают через вибросито с размером ячейки 1,0 мм и передают на стадию капсулирования. После заполнения капсул на капсульной машинке готовую форму БАД обеспыливают, проводят стандартизацию согласно требованиям технической документации, фасуют, упаковывают и маркируют. Определены регламентируемые органолептические показатели качества БАД «Экорсол-форте+»: внешний вид содержимого капсул – порошок; цвет – от светло до темно-коричневого с допустимыми темными и светлыми вкраплениями; вкус и запах – характерный. Физико-химические характеристики представлены в табл. 2.

Таблица 2

Регламентированные физико-химические покатели качества фитокомплеса «Экорсол-форте +»

Показатели	Характеристика
Содержание простых фенолов в пересчете на салицин, %, не менее	1,0
Содержание флавоноидов в пересчете на рутин, %, не менее	0,5
Массовая доля влаги, %, не более	5,0
Распадаемость твердых желатиновых капсул, мин, не более	15,0
Средняя масса содержания капсул, г	05±10%

Для определения сроков реализации разработанные фитокомплексы хранили в сухом, защищенном от света месте в течение 27 месяцев при температуре не выше 25°С. Определяли микробиологическую безопасность, токсичные элементы и пестициды согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности» пищевой продукции. Каких либо отклонений от нормативных показателей не выявлено, что позволило определить срок реализации 2 года при указанных выше условиях с «запасом прочности» - 3 месяца.

На разработанные фитокомплексы утверждена техническая документация (ТУ и ТИ) – 9369-210-20680882-2015. Рецептуры и технологии апробированы на предприятиях компании «Биолит» с организацией промышленного производства в рамках требований ISO 2001, 22000 и GMP.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергун В.П., Буркова В.Н., Иванов А.А. и др. Здоровьесберегающие технологии переработки сырьевых ресурсов Сибири: наука и практика: монография. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 508 с.

2. Фаустова Н.М. Химический состав коры и древесины осины Populus trémula L.: Дис. … канд. хим. наук. – СПб., 2005, – 208 с.

3. Сафин Р.Г., Зиатдинова Д.Ф., Арсланова Г.Р. Экстрагирование биологически активных веществ из коры осины // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2017. – Т. 21. – № 2. – С. 65–69.

4. Соболева С.В., Воронин В.М., Есякова О.А. Содержание биологически активных веществ водно-этанольных экстрактов из коры осины и изучение их рострегулирующей активности // Химия растительного сырья. – 2020. – № 1. – С. 373-380.

5. Лукнер М. Вторичный метаболизм у микроорганизмов, растений и животных. – М: Мир, 1979. – 517 с.

6. Клемпер А.В., Листов С.А., Петров С.А. Загрязнение лекарственного сырья выбросами промышленных предприятий// Растительные ресурсы. – 1993. – Вып. 4. – С. 13-23.

7. Талыкова Н.М. Фармакотехнологическое исследование коры осины обыкновенной: Автореф. дис. … докт. фарм. наук. – Барнаул, 1996. – 25 с.

8. Duke J.A., Bogenschutz-Godwin M.J., du Cellier J., Duke P.-A.K. Handbook of medicinal herbs. – CRC Press, Boca Raton, 2002. – 737 p.

REFERENCES

1. Sergun V.P., Burkova V.N., Ivanov A.A. i dr. Zdorov'yesberegayushchiye tekhnologii pererabotki syr'yevykh resursov Sibiri: nauka i praktika: monografiya [Health-saving technologies for processing Siberian raw materials: science and practice: monograph], M.: INFRA-M, 2021, 508 p.

2. Faustova N.M. Khimicheskiy sostav kory i drevesiny osiny Populus trémula L. [Chemical composition of bark and wood of aspen Populus tremula L.], Dis. … kand. khim. Nauk, SPb., 2005, 208 p.

3. Safin R.G., Ziatdinova D.F., Arslanova G.R. Ekstragirovaniye biologicheski aktivnykh veshchestv iz kory osiny [Extraction of biologically active substances from aspen bark], Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin, 2017, T. 21, No 2, pp. 65–69.

4. Soboleva S.V., Voronin V.M., Yesyakova O.A. Soderzhaniye biologicheski aktivnykh veshchestv vodno-etanol'nykh ekstraktov iz kory osiny i izucheniye ikh rostreguliruyushchey aktivnosti [The content of biologically active substances of water-ethanol extracts from aspen bark and the study of their growth-regulating activity],

Khimiya rastitel'nogo syr'ya, 2020, No 1, pp. 373-380.

5. Lukner M. Vtorichnyy metabolizm u mikroorganizmov, rasteniy i zhivotnykh [Secondary metabolism in microorganisms, plants and animals], M: Mir, 1979, 517 p.

6. Klemper A.B., Listov S.A., Petrov S.A. Zagryazneniye lekarstvennogo syr'ya vybrosami promyshlennykh predpriyatiy [Contamination of medicinal raw materials by industrial emissions], Rastitel'nyye resursy, 1993, Vol. 4, pp. 13-23.

7. Talykova N.M. Farmakotekhnologicheskoye issledovaniye kory osiny obyknovennoy [Pharmacotechnological study of aspen bark], Avtoref. dis. ... dokt. farm. Nauk, Barnaul, 1996, 25 p.

8. Duke J.A., Bogenschutz-Godwin M.J., du Cellier J., Duke P.-A.K. Handbook of medicinal herbs. – CRC Press, Boca Raton, 2002. – 737 p.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 664.76 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-144-151

Исследование возможности использования безглютеновых продуктов как ингредиентов венских вафель

Study of the possibility of using gluten-free products as ingredients in vienna waffles

Старший преподаватель И.И. Захарова, старший преподаватель Т.А. Николаева,
Институт пищевых технологий и дизайна, 1irina2727@yandex.ru
2nickolaewa.tania2015@yandex.ru

Senior teacher I.I. Zakharova, senior teacher T.A. Nikolaeva
Institute of Food Technology and Design, 1irina2727@yandex.ru
2nickolaewa.tania2015@yandex.ru

Аннотация. Политика системы здорового питания населения, представленная в нормативно-правовых документах Российской Федерации направлена на разработку новых рецептур кондитерских изделий с использованием растительных и альтернативных компонентов, а также безглютеновых мучных микс композиций . В статье представлены результаты исследований органолептических, текстурных характеристик образцов венских вафель, в рецептуре которых присутствует смесь различных видов муки.

Цель данной работы: исследовать возможность применения альтернативных безглютеновых продуктов при производстве венских вафель. Для достижения поставленной цели решались задачи: разработать рецептуры венских вафель с добавлением безглютеновых альтернативных продуктов, приготовить образцы венских вафель, провести их экспертную органолептическую оценку. В статье представлены результаты исследований органолептических, текстурных характеристик образцов венских вафель, в рецептуре которых присутствует смесь кукурузной, рисовой, гречневой и гороховой муки.

Образец №1 представляет собой классические венские вафли. При приготовлении образца №2 была добавлена гречневая мука, при приготовлении образца №3 рисовая и гороховая мука, при приготовлении образца №4 кукурузная мука.

Abstract. The policy of the population's healthy nutrition system, presented in the regulatory documents of the Russian Federation, is aimed at developing new recipes for confectionery products using plant and alternative components, as well as gluten-free flour mix compositions. The article presents the results of studies on the organoleptic and textural characteristics of samples of Viennese waffles, which contain a mixture of different types of flour.

The purpose of this work is to investigate the possibility of using alternative gluten-free products in the production of Viennese waffles. To achieve this goal, the following tasks were solved: to develop recipes for Viennese waffles with the addition of gluten-free alternative products, to prepare samples of Viennese waffles, and to conduct an expert organoleptic evaluation of these samples. The article presents the results of studies on the organoleptic and textural characteristics of samples of Viennese waffles that contain a mixture of corn, rice, buckwheat, and pea flour.

Sample 1 is a classic Viennese waffle. In the preparation of sample 2, buckwheat flour was added, in the preparation of sample 3, rice and pea flour, and in the preparation of sample 4, corn flour.

Ключевые слова: вафли, гречневая мука, рисовая мука, гороховая мука, кукурузная мука, органолептические показатели качества, пищевая ценность, энергетическая ценность, себестоимость, продажная цена.

Keywords: waffles, buckwheat flour, rice flour, pea flour, corn flour, organoleptic quality indicators, nutritional value, energy value, cost, and selling price.

Выпечка без глютена часто представляет собой вызов, поскольку глютен (белок,

© И.И. Захарова, Т.А. Николаева, 2026

содержащийся в пшенице, ржи и ячмене) играет ключевую роль в формировании структуры, эластичности и текстуры теста. Вафли, в частности, требуют особого подхода, чтобы они получились хрустящими снаружи, нежными внутри и не рассыпались. В статье предоставлена исчерпывающая информация о приготовлении идеальных безглютеновых вафель, с широким выбор растительных ингредиентов, основных техник и практических рекомендаций для достижения превосходного результата. Венские вафли – разновидность вафель. Представляют собой плотные, достаточно мягкие по консистенции куски теста, с характерной ребристой поверхностью. В современных реалиях изготавливаются в электрических вафельницах. Могут подаваться с сиропом, сахарной пудрой, свежими ягодами, шоколадным или карамельным соусом, шариком мороженого. Пшеничная мука - мука, получаемая из зёрен пшеницы, самый популярный вид муки, применяемый для выпечки. Пшеничную хлебопекарную муку в России подразделяют на сорта: экстра, крупчатка, высший, первый, второй, обойная.

Мука занимает важное место в питании человека, так как используется для приготовления различных блюд: хлеба, блинов, вафель, пирогов, хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий, панировки. Однако место муки в рационе зависит от вида и может быть как полезным, так и вредным.

Содержание глютена (клейковины) в пшеничной муке зависит от сорта и производителя. Некоторые показатели для разных видов муки:

- Сильная мука (12,5–14% белка). Содержит много белка, подходит для хлеба, пиццы и выпечки с долгой ферментацией, так как даёт тесту устойчивость и упругость.
- Слабая мука (меньше 10% белка). Содержит мало клейковины, делает тесто нежным и рассыпчатым — она идеально подходит для бисквитов, печенья и песочного теста.
- Универсальная мука (10–11% белка). Сбалансирована и подходит для большинства рецептов, от блинов до пирогов.

Количество клейковины может меняться в зависимости от даты сбора, условий хранения и транспортировки, причём эти показатели колеблются даже у одного и того же производителя (например, в разных партиях муки высшего сорта).

Глютен (клейковина) — белок, который содержится в злаковых культурах (пшенице, ячмене, ржи и их гибридах). Обеспечивает липкость, эластичность и упругость теста в хлебопекарной и других пищевых областях. Сам по себе глютен нетоксичен, но у некоторых людей может вызывать непереносимость целиакию. Основные компоненты глютена — глиадин и глютенин.Глиадин — липкий и эластичный белок, придаёт тесту растяжимость.

Глютенин — белок, который отвечает за упругость и прочность теста, позволяет ему удерживать форму. Он также придает выпечке эластичность, предотвращает крошение и создает жевательную текстуру. Результаты исследования показали, что при отсутствии глютена, тесто из безглютеновой муки склонно быть:

1. Крошащимся и рассыпчатым: из-за отсутствия связующей сети.
2. Плотным и тяжелым: если не использовать правильные комбинации муки и разрыхлителей.
3. Сухим или зернистым: некоторые безглютеновые виды муки имеют особую текстуру.
4. Липким: из-за высокого содержания крахмала в некоторых безглютеновых видах муки.

Задача при приготовлении безглютеновых вафель – компенсировать эти недостатки, используя правильные комбинации безглютеновых мучных ингридиентов.

Нередко глютен встречается в продуктах, которые сами по себе его не содержат:

его используют как загуститель или стабилизатор, особенно в готовых блюдах и промышленных полуфабрикатах. Многие люди не переносят глютен. При целиакии иммунная система воспринимает глютен как опасность и запускает воспалительный процесс в тонком кишечнике. Ворсинки тонкой кишки повреждаются, что нарушает всасываемость полезных веществ. Симптомы**:** болезненные ощущения в животе, метеоризм, запоры или диарея, постоянное урчание в животе, отрыжка необходима пожизненная безглютеновая диета. При непереносимости глютена рекомендуется: выбирать безглютеновые альтернативы — они имеют соответствующую маркировку или символ перечёркнутого пшеничного колоска на упаковке. Современные предпочтения потребителей. С изменением образа жизни и потребительских предпочтений население России стало ориентироваться на более разнообразные диеты. [1] Изучение возможность применения безглютеновой муки при производстве бельгийских вафель для получения продукта функционального питания.

Разработка рецептуры венских вафель с использованием безглютеновой муки, с приготовлением образцов безглютеновых венских вафель. Проведение их экспертной органолептической оценки. Поиск данных из различных источников, включая научные публикации. В качестве объектов исследования были изготовлены 4 образца венских вафель с различным содержанием безглютеновой муки. Основные экспериментальные и теоретические исследования проводились в период 2025 гг. на базе лаборатории Института пищевых технологий и дизайна. Вафли — популярное изделие из теста с рельефной поверхностью, которое стало десертом во многих странах. Их можно готовить с различными наполнителями: фруктами, орехами, шоколадом, овощами. Вафли имеют сетку из квадратов или ромбов, которые являются фирменным узор, появляющиеся в процессе приготовления в специальном устройстве — вафельнице. Одним из интересных вариантов венских вафель являются безглютеновые вафли с разными видами муки.

Кукурузную муку получают путём перемола кукурузных зёрен. Имеет естественный жёлтый оттенок и может иметь разную текстуру в зависимости от степени помола. Эта мука делает выпечку нежной и воздушной. К особенностям кукурузной муки относят то, что она не содержит глютен — белок, который присутствует в пшенице, ржи и ячмене. Это делает кукурузную муку одним из основных ингредиентов в безглютеновых продуктах. Обладает сладковатым вкусом, характерным ароматом. Для приготовления образца № 4 использовалась кукурузная мука тонкого помола (0,05–0,3 мм) — лёгкая и воздушная по текстуре, напоминает пудру. Кукурузная мука содержит: витамины группы В; клетчатку — пищевые волокна;минералы, такие как железо, магний и цинк. Пищевая ценность на 100 г**:** калорийность — 340 ккал, углеводы — 75 г, белки — 8 г, жиры — 1 г. Рисовая мука производится из зёрен риса. Это альтернатива традиционной пшеничной муке, подходит для выпечки, приготовления десертов и других блюд. Даёт нейтральный вкус. Рисовая мука не содержит глютен, что важно для людей с непереносимостью пшеничного белка (целиакией). Для приготовления образца № 3 использовалась рисовая мука из белого риса — классическая, воздушная, лёгкая и нейтральная по вкусу. Рисовая мука содержит клетчатку, которая способствует нормализации работы кишечника, предотвращает запоры. Энергетическая ценность и стабильность уровня сахара помогает поддерживать стабильный уровень глюкозы в крови, обладает антиоксидантными свойствами**.** Гороховая мука — ингредиент на растительной основе, который получают в виде измельчённого порошка гороха. Имеет цвет**:** бело-жёлтый или зеленоватый. Питательная ценность**:** содержит приблизительно 50% сырого белка в концентрате и 80 % в изоляте, включает незаменимую аминокислоту лизин, которой почти нет в пшенице. Особенности**:** неаллергенная, без ГМО и глютена, подходит для вегетарианцев, спортсменов и людей с рядом заболеваний. Содержание антиоксидантов**:** высокое содержание

антиоксидантов борется со шлаками и быстро выводит вредные вещества из организма. Использовалась для приготовления образца № 3 в сочетании с рисовой мукой. Мука гречневая - продукт, изготовленный из обжаренной гречневой крупы. Использовалась при приготовлении образца № 2. Крупа обладает насыщенным тёмно-кремовым цветом и ароматом натуральной гречки; используется в диетическом питании; рекомендована при тяжёлых физических и умственных нагрузках; содержит растительный белок, полезный при вегетарианстве и постном рационе; содержит фосфор, который важен для правильного функционирования нервной и сердечно-сосудистой систем. Для проведения исследования было приготовлено 4 образца венских вафель с различными видами муки. Химический состав различных видов муки используемых в исследовании, представлена в таблице 1. Их рецептуры представлены в таблице 2.

Таблица 1

Химический состав муки

Мука безглютеновая	Б	Ж	У	Минералы, мл на 100 г	Витамины, мл на 100 г	Амино Кислоты (основные)	Клетчатка, на 100 г
Мука пшеничная в/с	15,3	1,4	45,0	Калий 120,0 Фосфор 100,0 Магний15,0 Кальций20,0 Натрий2,0 Железо1,0	гр В В1тиамин 0,08 В2 ревофламин 0,04 В3ниацин 1,2 В5 пантотеновая 0,3 В6 пидоксин 0,2 Е 0,03 К 0,03	Лизин Аргинин Треонин Лейцин Валин Изолейцин Триптофан Фенилаланин Метионин	2,7
Гречневая	12,6	3,1	70,6	Кальций41,0 Магний251,0 Фосфор 337,0 Калий 577,0 Натрий11,0 Железо4,1	гр В В1тиамин 0,4 В2 ревофламин 0,2 В3ниацин 6,2 В4 0,54 В5 пантотеновая 0,4 В6 пидоксин 0,6 Е 0,3 К 0,7	Тиразин Треонин Лейцин Изолейцин Триптофан Фенилаланин Метионин Цистин Валин Аргинин	10,0
Рисовая	5,95	1,42	80,13	Калий 76,0 Фосфор 98,0 Магний15,0 Кальций10,0 Железо0,35 Цинк0,8 Медь130,0 Селен15,1 Марганец1,2	гр В В1тиамин 0,14 В2 ревофламин 0,21 В6 пидоксин 0,43 В9 4,0 Е 0,11 РР 2,59	Тиразин Аланин Аспарагиновая кислота Глутаниновая кислота Глицин Пролин	2,4

Окончание таблицы 2

Продолжение Таблицы 1

Кукурузная	5,6	1,4	82,8	Кальций 2,0 Магний 18,0 Фосфор 60,0 Калий 90,0 Натрий 1,0 Железо 0,9 Цинк 0,4 Медь0,1 Марганец1,0 Селен 8,0	А 11,0 Бетокаротин 97,0 Альфа каротин 63,0 Е 0,2 К 0,3 гр В В1тиамин 0,1 В2 ревофламин 0,1 В3ниацин 2,7 В5 пантотеновая 0,1 В6 пидоксин 0,1 В9 48,0	Треонин Лейцин Изолейцин Триптофан Фенилаланин Метионин Валин Аргинин Гийстидин Лизин	1,9

Химический состав гречневой мука преобладает среди всех видов представленных в таблице.

Таблица 2

Рецептуры венских вафель

Наименование продуктов	Содержание сырья, г							
	Образец № 1		Образец № 2		Образец № 3		Образец № 4	
	Б	Н	Б	Н	Б	Н	Б	Н
Мука пшеничная	125	125						
Яйца куриные	1шт	40	1шт	40	1шт	40	1шт	40
Масло сливочное	23	23	23	23	23	23	23	23
Кефир2,5%	83	83	83	83	83	83	83	83
Сахар	33	33	33	33	33	33	33	33
Соль	1	1	1	1	1	1	1	1
Разрыхлитель	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Мука гречневая			125	125				
Мука рисовая					63	63		
Мука гороховая					62	63		
Мука кукурузная							125	125
Выход	-	260	-	260	-	260	-	260

Образец 1 представляет собой вафли классические. Он выполняет роль эталона для сравнения свойств других образцов, изготовленных с использованием ассортимента безглютеновой муки. Образец №2 представляет собой вафли с добавлением гречневой муки. При приготовлении образца №3 использовались вафли с добавлением муки рисовой и гороховой. При приготовлении образца №4 использовались вафли с мукой кукурузной. В таблице 3 представлены результаты расчета энергетической и пищевой ценности исследуемых образцов.

Таблица 3

Пищевая и энергетическая ценность исследуемых образцов венских вафель

	Содержание в 1 порции (260г), г.			Энергетическая ценность на 1 порцию, ккал.
	белки	жиры	углеводы	
Образец 1	19,834	24,024	113,204	748,368
Образец 2	22,184	22,496	115,57	722,48
Образец 3	20,21	25,52	78,38	624,04
Образец 4	15,79	24,27	115,68	744,41

Использование в рецептуре венских вафель безглютеновой муки приводит к уменьшению энергетической ценности к вафлям. Приготовление всех образцов венских вафель производилось по описанной ниже технологии в «Кулинарной лаборатории экспериментальных вкусов» ресурсного центра Института пищевых технологий и дизайна (ИПТД) представлены в таблице 4.

Таблица 4

Технология приготовления и органолептические требования вафель

Наименование образца	Технология приготовления	Требования к качеству
Образец «Классические»	Масло сливочное растапливают и соединяют с яйцами. Добавляют кефир, соль и сахар, перемешивают. Соединяют муку пшеничную и разрыхлитель, перемешивают и соединяют с масляной смесью. Разогревают вафельницу и выпекают вафли до золотистого цвета сразу после приготовления.	Внешний вид – вафли квадратной формы с рисунком; Вкус и запах – мучной, характерный продуктам, входящим в состав рецептуры, в меру солёный; Консистенция – средней плотности, корочка – хрустящая; Цвет – светло-золотистый, свойственный выпеченным вафлям.
Образец 2 с мукой гречневой	Масло сливочное растапливают и соединяют с яйцами. Добавляют кефир, соль и сахар, перемешивают. Соединяют муку гречневую и разрыхлитель, перемешивают и соединяют с масляной смесью. Разогревают вафельницу и выпекают вафли до золотистого цвета сразу после приготовления.	Внешний вид – вафли квадратной формы с рисунком; Вкус и запах – с землянистой ноткой, характерный продуктам, входящим в состав рецептуры, в меру солёный; Консистенция – плотная, корочка – хрустящая; Цвет – на поверхности светло-золотистый, свойственный выпеченным вафлям, на разрезе серый.
Образец 3 с мукой рисовой и гороховой	Масло сливочное растапливают и соединяют с яйцами. Добавляют кефир, соль и сахар, перемешивают. Соединяют муку рисовую и гороховую и разрыхлитель, перемешивают и соединяют с масляной смесью. Разогревают вафельницу и выпекают вафли до золотистого цвета сразу после приготовления.	Внешний вид – вафли квадратной формы с рисунком; Вкус и запах – ореховый, характерный продуктам, входящим в состав рецептуры, в меру солёный; Консистенция – рассыпчатая, корочка – хрустящая; Цвет – на поверхности светло-золотистый, свойственный выпеченным вафлям, на разрезе зеленоватый.
Образец 4 с мукой кукурузной	Масло сливочное растапливают и соединяют с яйцами. Добавляют кефир, соль и сахар, перемешивают. Соединяют муку кукурузную и разрыхлитель, перемешивают и соединяют с масляной смесью. Разогревают вафельницу и выпекают вафли до золотистого цвета сразу после приготовления.	Внешний вид – вафли воздушные, квадратной формы с рисунком; Вкус и запах – сладковатый, характерный продуктам, входящим в состав рецептуры, в меру солёный; Консистенция – рассыпчатая, корочка – хрустящая; Цвет – на поверхности светло-золотистый, свойственный выпеченным вафлям, на разрезе желтоватый.

Приготовление рецептуры венских вафель с использованием различных видов безглютеновой муки приводит к увеличению себестоимость вафель и его продажной цены. Производство зерна, как и другие отрасли сельского хозяйства, на протяжении

длительного периода времени претерпевало существенные преобразования. Инновации в технологии производства и его организации во многом предопределяли характер развития отрасли. При этом производство зерна всегда было нестабильным и подвержено влиянию различных факторов. [2] Использования альтернативных ингредиентов привело к увеличению себестоимости венских вафель. Был произведен расчет себестоимости и продажной цены исследуемых образцов венских вафель с различными видами безглютеновой муки. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5

Себестоимость и продажная цена исследуемых образцов венских вафель на 100 г готового продукта

	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
	на 100 г, руб.			
Себестоимость венских вафель	43,33	53,87	63,98	46,41
Продажная цена картофельных вафель (наценка 200%)	129,99	161,61	191,94	139,23

Безглютеновые венские вафли можно рекомендовать на различные приемы пищи. Разработка рецептур кондитерских изделий с использованием растительных компонентов, а также безглютеновых мучных композиций способствуют направлениям политики системы здорового питания населения, отраженной в нормативно-правовых документах Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суслов С. А., Норенков И. Н., Скрипкина Е. В. Оценка современных достижений агропроизводства в контексте исторических рекордов // Вестник НГИЭИ. 2024. № 12 (163). С. 101–112. DOI: 10.24412/2227-9407-2024-12-101-112. EDN: LGXAWI.

2. Генералов И. Г. Циклическое влияние факторов на стратегическое развитие производства зерна // Вестник НГИЭИ. 2024. № 8 (159). С. 74–83. DOI: 10.24412/2227-9407-2024-8-74-83. EDN: FJGQBD

3. Матюхина З. П. Товароведение пищевых продуктов: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / З. П. Матюхина. — 7-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2017. — 71-73 с.

4. Химический состав пищевых продуктов. Книга 1: справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / Под ред. проф., д-ра техн. наук И. М. Скурихина, д-ра мед. наук М. Н. Волгарева. — Москва : Агропромиздат, 1987. — 224 с.

5. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2: справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. проф., д-ра техн. наук И. М. Скурихина, д-ра мед. наук М. Н. Волгарева. — Москва : Агропромиздат, 1987. — 360 с.

6. https://doi.org/10.60797/JAE.2024.46.6 (Дата обращения 10.10.2025г)

References

1. Suslov S. A., Norenkov I. N., Skripkina E. V. Assessment of Modern Achievements in Agricultural Production in the Context of Historical Records // Vestnik NGIEI. 2024. No. 12 (163). Pp. 101–112. DOI: 10.24412/2227-9407-2024-12-101-112. EDN: LGXAWI.

2. Generalov I. G. Cyclical Influence of Factors on the Strategic Development of Grain Production // Vestnik NGIEI. 2024. No. 8 (159). Pp. 74–83. DOI: 10.24412/2227-9407-2024-8-74-83. EDN: FJGQBD

3. Matyukhina Z. P. Commodity science of food products : a textbook for students. institutions of sred. Prof. education / Z. P. Matyukhina. — 7th ed., ster. — M. : Publishing center "Academy", 2017. — 71-73 p.

4. Chemical composition of food products. Book 1: Reference tables of the content of basic nutrients and the energy value of food products / Edited by Prof., Dr. of Technical Sciences I. M. Skurikhin, Dr. of Medical Sciences M. N. Volgarev. — Moscow: Agropromizdat, 1987. — 224 p.

5. Chemical composition of food products. Book 2: Reference Tables of Amino Acids, Fatty Acids, Vitamins, Macro- and Microelements, Organic Acids, and Carbohydrates / Edited by Professor I. M. Skurikhin, Doctor of Technical Sciences, and Doctor of Medical Sciences M. N. Volgarev. Moscow: Agropromizdat, 1987. 360 p.

6. https://doi.org/10.60797/JAE.2024.46.6 (Дата обращения 10.10.2025г)

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 664.9 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-152-159

Влияние использования шафрана на органолептические показатели и процесс хранения пшеничного хлеба

The effect of saffron use on the organoleptic properties and storage process of wheat bread

Доцент А.Г. Калужских (ORCIDID 0000-0001-6958-8525),
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, тел. +7 (4712)32-46-66, alex.kaluzhskih@yandex.ru
Профессор Н.В. Долгополова (ORCID 0000-0003-2059-5286),
ФГБОУ ВО «Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова», кафедра растениеводства, селекции и семеноводства
Доцент М.Н. Котельникова (ORCID 0000-0002-4273-2205), преподаватель Д.А. Ченцова (ORCID 0009-0002-3009-5314),
ФГБОУ ВО «Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова», кафедра технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, тел. +7 (4712) 53-12-88

Associate Professor A.G. Kaluzhskikh
Southwest State University, Department of Commodity Science, Technology and Expertise of Goods, tel. +7 (4712)32-46-66, alex.kaluzhskih@yandex.ru
Professor N.V. Dolgopolova (ORCID 0000-0003-2059-5286),
Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Department of Crop Production, Breeding and Seed Production
Associate Professor M.N. Kotelnikova (ORCID 0000-0002-4273-2205), lecturer D.A. Chentsova (ORCID 0009-0002-3009-5314),
Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, tel. +7 (4712) 53-12-88

Аннотация. Хлеб и хлебобулочные изделия всегда были и остаются самыми потребляемыми товарами для населения, в которых присутствуют фактически все вещества, необходимые для здорового развития. В инновационных положениях российская хлебопекарная индустрия формируется в направленности приумножения ассортимента и создания новейшей лечебной и диетической хлебобулочной продукции. Предложена рецептура производства пшеничного хлеба с внесением пряности - шафрана. В работе рассмотрены основные технологические этапы производства пшеничного хлеба. Предложена рецептура производства пшеничного хлеба с внесением шафрана. Показано, что внесение пряности, в определенном процентном соотношении положительно сказывается на органолептических и вкусовых показателях готового продукта. Установлено, что по органолептическим показателям оптимальным количеством шафрана для добавления в тесто является 3% от общей массы муки. В ходе исследования выявлено, что рецептурный состав хлеба, в том числе присутствие шафрана, оказывает выраженное влияние на сохранение качества хлеба.

В процессе хранения у всего образцов хлеба выявлены изменения органолептических показателей качества: признаки усыхания проявились по прошествии 24 часов с момента выпечки, о чем свидетельствует незначительное затвердевание корок и усыхание мякиша.

Annotation. Bread and bakery products have always been and remain the most consumed goods for the population, which contain virtually all the substances necessary for healthy development. In innovative terms, the Russian bakery industry is focused on expanding the range and creating the latest medical and dietary bakery products. The article proposes a recipe for the production of wheat bread with the addition of saffron. Organoleptic and physical-chemical methods were used for the study. The article discusses

© А.Г. Калужских, Н.В. Долгополова, М.Н. Котельникова, Д.А. Ченцова, 2026



the main technological stages of the production of wheat bread. The article proposes a recipe for the production of wheat bread with the addition of saffron. It is shown that the addition of saffron in a certain percentage has a positive effect on the organoleptic and taste characteristics of the finished product. It has been established that the optimal amount of saffron to add to the dough is 3% of the total flour weight based on organoleptic indicators. The study revealed that the bread's formulation, including the presence of saffron, has a significant impact on the preservation of bread quality. During the storage process, all bread samples showed changes in their organoleptic quality indicators: signs of drying appeared after 24 hours from the time of baking, as evidenced by slight hardening of the crust and drying of the crumb.

Ключевые слова: хлеб, растительное сырье, пряности, технология производства хлеба, методы исследования, шафран, хранение.

Keywords: bread, vegetable raw materials, spices, bread production technology, research methods, saffron, keeping.

В целях обеспечения продовольственной безопасности страны одной из основных задач является улучшение обеспечения населения продуктами питания в основном за счет собственных ресурсов в достаточно короткие сроки [1].

Важная задача для пищевой промышленности, на сегодняшний день – это разработка продуктов полноценного питания, направленная на сохранение и укрепление здоровья населения и профилактике неинфекционных заболеваний [2,3,4]. Быстрая урбанизация и меняющийся образ жизни привели к опасным для здоровья человека изменениям в моделях пищевого поведения. Потребление людьми избыточного количества продуктов с высоким содержанием калорий, жиров, сахаров, соли в тоже время минимальным количеством растительной пищи, клетчатки и цельных злаков, пагубно влияют на здоровье человека [5]. Поэтому актуальным является разработка пищевой продукции, обогащенной сырьевыми ингредиентами с богатым нутриентным составом и высокими функционально-технологическими свойствами.

Здоровье и общее состояние организма напрямую зависят от питания, являющегося одним из ключевых внешних факторов. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности человека необходимо сбалансированное и физиологически полноценное питание. Это предполагает соответствие потребляемого количества и качественного состава пищи потребностям организма.

В последнее время наблюдается заметное ухудшение рациона питания населения, что обусловлено экологической обстановкой в мире, дефицитом балластных (в основном пищевых волокон) и минеральных компонентов, а также витаминных комплексов [6].

Хлебобулочные изделия были и остаются одними из основных продуктов питания в нашей стране. Учитывая такую важную роль хлеба для населения, целесообразно с его помощью обогащать рацион жизненно важными компонентами, которые способствуют улучшению здоровья и профилактике различных заболеваний [7].

Хлеб и хлебобулочные изделия во все времена являются востребованным, ежедневно употребляемым продуктом. Рецептуры хлеба постоянно обновляются, вносятся различные добавки, улучшающие полезность продукта. На основе хлебных изделий создаются новые продукты с добавлением пряностей, овощей, масел [8].

Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной отрасли может служить ценным обогатителем при производстве хлеба. Оно может применяться для повышения пищевой ценности хлеба, улучшения его органолептических и физико-химических показателей, создания новых изделий лечебно-профилактического назначения; интенсификации технологического процесса приготовления хлеба; как улучшитель при переработке муки из некондиционного зерна или при введении в тесто компонентов, отрицательно действующих на потребительские качества хлеба [9,10]. В настоящее время одним из перспективных направлений

обогащения пищевых продуктов является внесение в их состав природных антиоксидантов, обеспечивающих стабильность компонентов в процессе хранения и придающих продукту функциональные свойства. Регулярное поступление антиоксидантов с пищей в необходимых организму количествах существенно снижает риск заболеваемости сердечно-сосудистыми, онкологическими и другими заболеваниями [11].

Для профилактики, а также для омолаживания и нормальной жизнедеятельности нашему организму необходимы антиоксиданты, которые замедляют перекисное окисление липидов. Источником этих антиоксидантов являются пряности. Мировыми учеными изучено и доказано, что пряности увеличивают содержание витаминов и минералов.

Одним из эффективных способов повышения пищевой ценности мучных изделий является разработка технологий хлебобулочных изделий с внесением таких пряностей как: шафран, гвоздика, корица, кардамон. Применение шафрана в производстве булочных изделий обусловлено наличием в шафране эфирных масел, то есть лучших антиоксидантов: шафранол, цинеол, борнеол, пинен, гераниол, линалоол, лимонен, терпинен и др. В шафране содержатся энергонезависимые активные компоненты. Самый важный из них α-кроцин – это антиоксидант и антидепрессант, а также он наделен противораковой активностью. Среди прочих каротиноидов, входящих в состав пряности, нужно отметить антиоксиданты зеаксантин, ликопин, α и βкаротины. Шафран является источником минеральных веществ, таких как медь, кальций, марганец, калий, железо, цинк, селен, магний.

Уникальной особенностью пряно-ароматических и лекарственных растений является то, что в них присутствует одновременно целый комплекс биологически активных веществ, относящихся к различным классам, что и обуславливает их исключительную многоплановость и эффективность воздействия на организм человека.

Именно поэтому актуальным является разработка рецептуры новых мучных изделий лечебно-профилактического назначения с добавлением пряностей.

Успех любых инновационных решений, технологических или рецептурных, зависит от применения необходимого, высококачественного сырья [12].

В статье представлены результаты исследования возможности использования шафрана в технологии производства пшеничного хлеба.

Экспериментальные исследования проводились в соответствии с поставленными задачами в лабораториях кафедры товароведения, технологии и экспертизы товаров ЮЗГУ.

Было замечание по неправильно построенному предложению. Данное предложение было удалено.

Свойства готовых лабораторных образцов хлеба оценивали по органолептическим показателям, которые определяли в соответствии с методиками. Органолептические показатели готовых образцов хлеба оценивали по ГОСТ 5667-65. В качестве добавки в рецептуре пшеничного хлеба предлагается добавлять молотый шафран количестве 3%, 5% и 7 % от количества муки в рецептуре, приведенные в таблице 1.

Для изучения возможности использования молотого шафрана в приготовлении пшеничного хлеба были использованы следующие образцы:

– образец №1 – без добавления шафрана (контрольный образец);

– образец №2 с добавлением 3% молотого шафрана от общего количества муки;

– образец №3 с добавлением 5% молотого шафрана от общего количества муки;

– образец №4 с добавлением 7% молотого шафрана от общего количества воды.

В таблице 1 представлена рецептура пшеничного хлеба с добавлением молотого шафрана в различном процентном соотношении.

Таблица 1

Рецептура приготовления пшеничного хлеба с добавлением молотого кардамона в различном процентном соотношении

Наименование компонента рецептуры	Контрольный, без добавления молотого шафрана (образец №1)	3% молотого шафрана от общей массы муки (образец №2)	5% молотого шафрана от общей массы муки (образец №3)	7% молотого шафрана от общей массы муки (образец №4)
Вода, мл	100	100	100	100
Молотый шафран, г	-	13,5	22,5	31,5
Мука пшеничная в/с, г	450	436,5	427,5	418,5
Соль, г	1	1	1	1
Сахар, г	1	1	1	1
Дрожжи, г	2	2	2	2

В опытные образцы при замесе теста вносили молотый шафран в количестве 3%, 5% и 7% от общей массы муки.

Тесто замешивали из муки пшеничной высшего сорта, сухих дрожжей, соли и сахара, растворенных в воде. Замес теста осуществляли до получения однородной консистенции.

Продолжительность брожения составляла 30 минут при температуре 30 °С. Тестовые заготовки укладывали в предварительно смазанные растительным маслом формы.

Расстойку тестовых заготовок осуществляли в течение 20 минут при температуре 35-40 °С и относительной влажности 75-80 %. Выпечку проводили при температуре 200-220 °С в течении 20-25 минут. Качество хлебобулочных изделий оценивали после остывания.

К органолептическим показателям хлебобулочных изделий относят внешний вид, окраску и состояние корки, толщину верхней корки, состояние мякиша (промес, пористость, эластичность и свежесть), запах, вкус и разжевываемость. Оценка каждого органолептического показателя качества проводится по 5-балльной шкале, результаты представлены в таблице 2.

Указанный образец хлеба имел правильную, немного выпуклою форму верхней корки, имеющей гладкую, без пузырей, трещин, рубцов и следов подрыва глянцевую поверхность, темно-золотистого цвета.

Мякиш светлый с желтым оттенком, эластичный, мягкий, поры мелкие и средние, тонкостенные, распределены достаточно равномерно. Вкус интенсивно выраженный, характерный хлебный с приятным ароматом шафрана. Образцы хлеба №3 и №4 отличались слабовыраженным хлебным вкусом, с выраженным, резким ароматом специи и темно-желтым по цвету мякишем.

В результате исследования, было установлено, что наиболее приемлемым по органолептическим показателям является внесение пряности в количестве 3% от массы муки.

Установлено влияние шафрана на органолептические показатели готового пшеничного хлеба. Как показали результаты дегустационной оценки, наибольшую сумму баллов получил образец №2.

При хранении в упаковке, в соответствии с ГОСТом, пшеничный хлеб может сохранять все свои свойства в течение 3 суток. Без упаковки, сроки годности значительно сокращаются до 24 часов при температуре 20-25ºС и влажности 75%.

Таблица 2

Результаты органолептической оценки качества хлеба с добавлением молотого шафрана

Показатели	Коэффициент значимости	Оценка показателей по 5-балльной шкале	Образец №1 (контроль)	Исследуемые образцы хлеба		
				Образец №2	Образец №3	Образец №4
Форма	1	1-5	5,0	5,0	5,0	5,0
Цвет корки	1	1-5	4,0	4,0	4,0	4,0
Поверхность	1	1-5	5,0	4,8	4,8	4,5
Цвет мякиша	2	1-5	5,0	5,0	4,8	4,6
Пористость	1,5	1-5	5,0	5,0	4,9	4,9
Вкус	2,5	1-5	4,7	5,0	4,0	3,9
Запах	2,5	1-5	4,7	5,0	4,3	3,9
ИТОГО			55,0	56,3	51,5	49,55

Наибольшую сумму баллов получил образец №2 (рисунок 1).

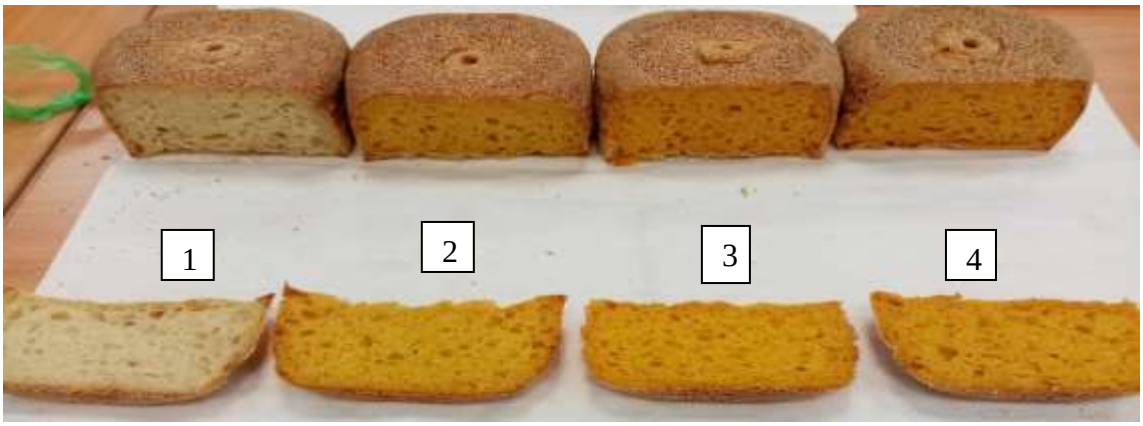


Рис. 1. Экспериментальные образцы пшеничного хлеба с добавлением шафрана.

Известно, что первые изменения, происходящие в хлебе при хранении, органолептически можно установить примерно через 9–10 часов после выпечки. В рамках исследования был проведен органолептический анализ степени свежести образцов хлеба с использованием 8 – балльной шкалы. Данные о результатах исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3

Оценка степени свежести образцов пшеничного хлеба

Показатели	№1	№2	№3	№4
После выпечки	8	8	7	7
Через 6 часов после выпечки	7	7	6	6
Через 24 часа после выпечки	6	4	5	4
Конец хранения (48 часов)	5	5	3	3

После выпечки все исследуемые образцы были отмечены высшими баллами, особенно образцы хлеба №1 и №2 (8 баллов – совершенно свежий) и образцы хлеба №3 и №4 – по 7 баллов (свежий). Однако уже через несколько часов хранения расхождение в оценке степени свежести между данными образцами стало меняться и составило 1 балл. Черствение образцов №3 и №4 протекает более интенсивно, чем образцов №1 и №2 . Наибольшее различие в степени свежести этих объектов – 2 балла было отмечено на конец хранения, когда образец №3 и №4 был признан умеренно черствым (3 балла), а образец №1 и №2 – слегка свежий (5 баллов). Известно, что имеется сильная связь между потерей свежести хлеба и снижением его массы, которая протекает в результате тепло- и массообменных процессов, происходящих как внутри продукта, так и на его поверхности. Полученные результаты свидетельствуют о том, что изменение рецептуры и внесение обогащающих компонентов позволяют замедлить процесс потери влаги и, как следствие, усушки хлеба в процессе хранения в течение исследуемого нами временного периода.

Таблица 4

Изменение массовой доли влаги в экспериментальных образцах хлеба в процессе хранения

Образец	№1	№2	№3	№4
	Массовая доля влаги, %			
24 часа хранения	7	6	8	12
48 часов хранения	9	7	11	16
96 часов хранения	12	10	14	19

Исследования на потерю влаги образцами хлеба, пок азывает, что наиболее интенсивно этот процесс протекает в первые 24 часа хранения, что характерно для всех объектов исследования и согласуется с литературными данными. При этом значительных отличий в характере протекания рассматриваемого процесса отмечено не было.

Можно отметить тенденцию к меньшей потере влаги в образце №2, замена 3% муки на шафран, по сравнению с другими образцами. Данная тенденция характерна для всего периода хранения образцов. Замедление процесса потери влаги дает возможность оставаться хлебу свежим, сохранять вкус и аромат на больший период времени. Все образцы хлеба обладали выраженным вкусом и ароматом. Постепенно при хранении протекал процесс потери этих веществ, и исследуемые образцы приобретали специфический аромат «лежалого» хлеба. Проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что рецептурный состав хлеба, в том числе присутствие шафрана, оказывает выраженное влияние на сохранение качества хлеба. В процессе хранения у всех образцов хлеба выявлены изменения органолептических показателей качества: признаки усыхания проявились по прошествии 24 часов с момента выпечки, о чем свидетельствует незначительное затвердевание корок и усыхание мякиша. Однако, в образце №2 данные изменения выражены меньше всего (таблица 4). Это позволяет предположить, что добавление молотого шафрана в определенной пропорции способствует сохранению влаги, а вместе с этим вкуса и аромата хлеба.

Спустя 48 часов с момента выпечки можно было отметить, что корки хлеба стали твердыми, при разрезании сильно крошились, мякиш стал терять эластичность. У образцов №1, №3, №4 вкус и запах недостаточно выражены, что может быть связано с большей потерей влаги в указанных образцах по сравнению с образцом №2. По истечении 96 часов образцы трудно поддавались разрезанию, что свидетельствует о значительном очерствении хлеба. В образце №1 появляются

участки с проявлением плесневения. Процессов плесневения хлеба у образцов №2, №3, №4 не выявлено. Можно предположить, что добавление молотого шафрана препятствует появлению микробиальной порчи хлеба в процессе хранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малютина К.В., Гуринович Г.В. Изучение состава и технологических свойств свинины четвертой категории, предназначенной для промышленной переработки // Техника и технология пищевых производств. 2017. - № 3. - С.61-66.
2. Писаревский Д.С. Определение антиоксидантной активности и результаты биотестирования обогащенного крекера // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания, 2025. - №1. – С.114-121. - DOI: 10.24412/2311-6447-2025-1-114-121
3. Беляев А.Г. Изучение влияния безглютеновой мучной смеси и корня лопуха на показатели качества бисквитного полуфабриката // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания, 2024. - №1. – С.10-15. DOI: 10.24412/2311-6447-2024-1-10-15
4. Попова О.М. Разработка рецептуры и технологии листовой пастилы (смоквы) на основе продуктов переработки зеленых томатов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета, 2024. -№4 (72). – С. 154-159. - DOI: 10.31563/1684-7628-2024-72-4-154-159.
5. Матушкина Ю.А. Формирование мотивации к здоровому образу жизни у обучающихся общеобразовательных учебных заведений// Наука и образование. – 2020. – Т. 3. – №2. – С. 236.
6. Донченко Л.В. Технология функциональных продуктов питания: учебное пособие для вузов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2019. - 176 с. – Текст непосредственный.
7. Зубцов В., Миневич И., Цыганова Т. Linium usitatissimus – самый полезный // Хлебопродукты. – 2015. – №6. – С.64 - 65.
8. Михайлова С.А., Михайлов Е.С. Использование растительного сырья в технологии изготовления хлебных палочек // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания, 2025. - №2. – С. 45-50.
9. Пономарева Е.И., Лукина С.И., Алехина Н.Н., Григорян А.Э. Исследование влияния нетрадиционных видов сырья на микробиологические показатели качества хлеба из муки пшеничной первого сорта, // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания, 2024. - №2. - С.67-74.
10. Боев С.Г., Беляева И.В., Заикин А.А., Трубников В.Н. Изучение влияния муки зародышей пшеницы и альбумина яичного на параметры качества хлебобулочных изделий // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания, 2024. - №4. - С.60-68.
11. Гукасян Т., Ильчишина Н.В., Гаманченко А.И., Ваницкая Т.В. Исследование пищевой и биологической ценности виноградных косточек // Инновации в индустрии питания и сервисе: матер. I Междунар. науч.-практич. конф. - 2014. - С. 294 - 295.
12. Пономарева Е.И., Лукина С.И., Алехина Н.Н., Григорян А.Э. Исследование влияния нетрадиционных видов сырья на микробиологические показатели качества хлеба из муки пшеничной первого сорта, // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания, 2024. - №2. - С.67-74.

REFERENCES

1. Malyutina K.V., Gurinovich G.V. The study of the composition and technological properties of pork of the fourth category intended for industrial processing // Technique and technology of food production. 2017. No. 3. pp.61-66.

2. Pisarevsky D.S. Determination of antioxidant activity and results of biotesting of enriched cracker // Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products, 2025. - No. 1. – P.114-121. - DOI: 10.24412/2311-6447-2025-1-114-121

3. Belyaev A.G. Study of the effect of a gluten-free flour mixture and burdock root on the quality indicators of a biscuit semi-finished product // Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products, 2024. - No. 1. – Pp. 10-15. DOI: 10.24412/2311-6447-2024-1-10-15.

4. Popova O.M. Development of the formulation and technology of leaf pastilles (figs) based on processed products of green tomatoes // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University, 2024. -№4 (72). – Pp. 154-159. - DOI: 10.31563/1684-7628-2024-72-4-154-159.

5. Matushkina Yu.A. Formation of motivation for a healthy lifestyle in students of general educational institutions// Science and Education. – 2020. – Vol. 3. – No. 2. – P. 236.

6. Donchenko L.V. Technology of Functional Food Products: Textbook for Universities. - 2nd ed., Rev. and Add. - Moscow: Yurayt, 2019. - 176 p. - Text direct.

7. Zubtsov V., Minevich I., Tsyganova T. Linium usitatissimus – the most useful // Khleboprodukty. – 2015. – No. 6. – Pp. 64-65.

8. Mikhailova S.A., Mikhailov E.S. Use of vegetable raw materials in the technology of making bread sticks // Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products, 2025. – No. 2. – Pp. 45-50.

9. Ponomareva E.I., Lukina S.I., Alyokhina N.N., Grigoryan A.E. Investigation of the influence of non-traditional types of raw materials on microbiological quality indicators of bread made from wheat flour of the first grade, // Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products, 2024. - No.2. - pp.67-74.

10. Boev S.G., Belyaeva I.V., Zaikin A.A., Trubnikov V.N. Study of the effect of wheat germ flour and egg albumin on the quality parameters of bakery products // Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products, 2024. - No.4. - pp.60-68.

11. Gukasyan T., Ilchishina N.V., Gamanchenko A.I., Vanitskaya T.V. Research on the Nutritional and Biological Value of Grape Seeds // Innovations in the Food Industry and Service: Proceedings. I International Scientific and Practical Conference. - 2014. - Pp. 294-295.

12. Ponomareva E.I., Lukina S.I., Alyokhina N.N., Grigoryan A.E. Research on the Influence of Non-Traditional Raw Materials on the Microbiological Quality of Bread Made from First-Grade Wheat Flour. Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex - Healthy Food Products, 2024. - No. 2. - Pp. 67-74.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 66.047.38 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-160-166

Влияние вида сушки на качество функционального пластового мармелада.

The influence of the type of drying on the technology and qualitative characteristics of functional layered jelly.

Магистрант В.В. Лизунков (ORCID 0009-0003-9429-3309), профессор О.С. Восканян (ORCID 0000-0002-5510-6967), доцент К.В. Власова (ORCID 0000-0002-0434-9686), доцент М.В. Яковлева (ORCID 0000-0001-9752-9151),
Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского, кафедра цифровой нутрициологии, гостиничного и ресторанного сервиса, тел. 8 (495) 670-10-86, lizynkov1999@mail.ru

Master's student V.V. Lizunkov (ORCID 0009-0003-9429-3309), Professor O.S. Voskanyan (ORCID 0000-0002-5510-6967), Associate Professor K.V. Vlasova (ORCID 0000-0002-0434-9686), Associate Professor M.V. Yakovleva (ORCID 0000-0001-9752-9151),
Moscow State University of Technology and Management named after K. G. Razumovsky, Department of Digital Nutrition, Hotel and Restaurant Service, tel. 8 (495) 670-10-86, lizynkov1999@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются результаты сравнительного анализа воздействия инфракрасной и конвекционной сушки на качественные показатели пластового мармелада с повышенным содержанием пищевых волокон. Основной целью исследования являлось определение оптимального режима сушки, гарантирующего максимальный выход продукта при сохранении его функциональных свойств. В ходе эксперимента были изучены два образца мармелада, приготовленных по смоделированной рецептуре. Первый образец подвергся инфракрасному методу сушки при температуре 45 °С в течении 9 часов. Второй образец был подвергнут конвекционному методу сушки при температуре 65 °С в течении 11,5 часов. Был проведён сравнительный анализ потерь при выходе готового продукта по отношению к сырью, были изучены органолептические свойства и физико-химические показатели качества в соответствии с ГОСТ 6442-2014. Результаты показали, что образец, приготовленный с помощью инфракрасного метода сушки, характеризуется более высоким выходом готовой продукции (37,6% против 45,7%), отличается минимальной продолжительностью процесса сушки (9 часов против 11,5), а также обладает более выраженным вкусо-ароматическим профилем по сравнению с образцом, приготовленным конвекционным способом. Оба образца соответствуют стандартам по органолептическим и физико-химическим показателям качества.

Abstract. This article discusses the results of a comparative analysis of the effects of infrared and convection drying on the quality of layered marmalade with a high content of dietary fiber. The main purpose of the study was to determine an optimal drying regime that guarantees maximum product yield while maintaining its functional properties. During the experiment, two samples of marmalade prepared according to a modified recipe were studied. The first sample was subjected to an infrared drying method at a temperature of 45 °C for 9 hours. The second sample was subjected to the convection drying method at a temperature of 65 °C for 11.5 hours. A comparative analysis of losses at the output of the finished product in relation to raw materials was carried out, organoleptic properties and physico-chemical quality indicators were studied in accordance with GOST 6442-2014. The results showed that the sample prepared using the infrared drying method is characterized by a higher yield of finished products (37.6% versus 45.7%), differs in the minimum duration of the drying process (9 hours versus 11.5), and also has a more pronounced flavor profile compared to the sample prepared by the convection method. Both samples meet the standards for organoleptic and physico-chemical quality indicators

Ключевые слова: функциональный мармелад, пищевые волокна, черника, вакаме, инфракрасная сушка, конвекционная сушка, технологический процесс, органолептические свойства, физико-химические показатели качества.

© В.В. Лизунков, О.С. Восканян, К.В. Власова, М.В. Яковлева, 2026

Keywords: functional marmalade, dietary fiber, blueberry, wakame, infrared drying, convection drying, technological process, organoleptic properties, physico-chemical quality indicators.

Производство кондитерских изделий функционального значения, в частности, мармелада, является одним из актуальных трендов современной индустрии питания [1,2]. Мармелад обладает рядом таких преимуществ, как широкая потребительская аудитория и удобная форма, позволяющая точно дозировать добавляемые нутриенты. Также он отличается низкой температурой технологической обработки по сравнению с другими кондитерскими изделиями, что способствует сохранению ценных природных свойств вносимых компонентов [3]. Внедрение в рецептуру водоросли вакаме, яблочного пектина и черники позволяет обогатить продукт природными антиоксидантами, йодом и пищевыми волокнами, что повышает его профилактическую ценность [4,5,6]. Однако высокая чувствительность биоактивных веществ растительного сырья к высокой температуре обусловливает необходимость поиска щадящих технологических режимов. Особое внимание уделяется процессу сушки, играющему решающую роль в формировании свойств готового продукта [7,8]. Сушка пластового мармелада преимущественно осуществляется конвекционным способом. Однако продолжительное воздействие при высокой температуре приводит к значительным потерям готового продукта по отношению к сырью, а также разрушению термолабильных соединений, поэтому в качестве альтернативы конвекционной сушке предлагается использовать инфракрасную (ИК) сушку, обеспечивающую передачу энергии продукту, позволяющую снизить температуру и продолжительность технологического процесса [7]. Следует отметить, что комбинированные методы, включающие ИК-нагрев и конвекцию наиболее эффективны для продуктов питания растительного происхождения [7,8]. При этом разработка технологии приготовления мармеладных изделий с модифицированным составом, требует особого внимания к параметрам структуры и процесса сушки [8,9]

Целью данного исследования являлся сравнительный анализ влияния инфракрасного и конвекционного видов сушки на параметры технологического процесса и качественные показатели готового функционального пластового мармелада, производимого по смоделированной рецептуре.

На начальном этапе исследования для моделирования рецептуры за основу была взята модель желейного мармелада, структурированного яблочным пектином. Рецептура была рассчитана на содержание пищевых волокон в размере 22,88% от суточной нормы взрослого человека на 100 грамм сырья с помощью применения симплекс-метода по способу, предложенному профессором Лисиным П.А. (см. табл. 1) [10]. Включение пищевые волокон в рецептуру обосновано их неоспоримой пользой для здоровья человека, так как они поддерживают функционирование желудочно-кишечного тракта и способствуют нормализации обмена веществ [9].

Таблица 1

Смоделированная рецептура пластового функционального мармелада

Ингредиенты	Содержание на 100 грамм сырья, г.	Содержание на 1 килограмм сырья, г.
Яблочное пюре	60,000	600,000
Сахар белый	25,000	250,000
Пектин яблочный	5,000	50,000
Лимонная кислота	0,500	5,000
Вода	5,000	50,000
Вакаме сушёная	0,013	0,130
Черника свежая	4,487	44,870
Итого	100	1000

Далее было проведено сравнение двух образцов готового пластового мармелада. Образцы были приготовлены на 2 кг. сырья, полученная масса была разделена на две равные части.

Первая часть была подвергнута сушке в инфракрасном дегидраторе при температуре 45 °С в течение 9 часов. Вторая часть была помещена в конвекционную духовку при температуре 65 °С и сушилась в течение 11,5 часов. После сушки образцы были помещены в холодильник для стабилизации (см. табл. 2).

Для обогащения продукта пищевыми волокнами и формирования вкусо-ароматического профиля в рецептуру были добавлены черника, яблочный пектин и сушёная водоросль вакаме. Яблочный пектин в рецептуре играет ключевую роль в формировании структуры готового мармелада и содержит большое количество пищевых волокон [3]. Черника ценится благодаря своей высокой антиоксидантной активности [6], а сушёная водоросль вакаме является ценным источником минеральных веществ, особенно йода [5].

Таблица 2

Сравнительный анализ различных режимов сушки

Параметр	Единица измерения	Образец 1	Образец 2
Вид сушки		Инфракрасная	Конвекция
Температурный режим	°С	45	60
Температура изделия во время сушки	°С	32	45
Продолжительность сушки	ч	9	11,5
Масса сырья	г	1000	1000
Масса после сушки	г	640	560
Масса продукта после охлаждения	г	624	543
Потери при сушке	%	36,00	44,00
Потери после хранения в холодильнике	%	1,60	1,70
Суммарные потери	%	37,60	45,7

Анализ потерь полученных образцов мармелада (37.6, и 45.7 %) и выхода готовой продукции позволил определить режим инфракрасной сушки как наиболее эффективный. Он обеспечивает максимальный выход готового продукта при минимальных потерях от общей массы сырья и сокращает продолжительность технологического процесса, так как инфракрасный нагрев характеризуется щадящим воздействием, поскольку тепловая энергия передаётся продукту напрямую. В сочетании с низкой температурой нагрева он минимизирует термической воздействие, способствующее сохранению нутриентов в пластовом мармеладе, а также влияет на снижение экономических и энергетических затрат.

На промежуточном этапе была проведена органолептическая оценка качества полученных образцов пластового мармелада (ГОСТ 6442-2014). Бракераж был проведён на факультете пищевых биотехнологий и биоинженерии ФГБОУ ВО МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ) (см. рис. 1, 2 и 3 и табл. 3). Внешний вид образцов представлен на рисунках 4 и 5.



Рис. 1. Органолептическая оценка качества модельных образцов пластового мармелада



Рис. 2. Вкусовой профиль модельных образцов пластового мармелада



Рис. 3. Ароматический профиль модельных образцов пластового мармелада

Согласно анализу графиков (см. рис. 1-3), образец 1, приготовленный с помощью ИК-сушки получил наивысшие баллы по параметрам формы и цвета и обладает более выраженным вкусо-ароматическим профилем по сравнению с образом 2, приготовленным конвекционным способом. Внешний вид готовых образцов представлен на рисунках 4 и 5.



Рис. 4. Внешний вид образца 1



Рис. 5. Внешний вид образца 2

Согласно визуальной оценке (см. рис. 4,5), оба образца соответствуют установленным требованиям к внешнему виду. Основное различие заключается в поверхности. Подробная информация по результатам органолептической оценки представлена в таблице 3.

На основании проведённой органолептической оценки (см. табл. 3), было установлено, что органолептические показатели исследованных образцов соответствуют требованиям ГОСТ 6442-2014. Отсутствие дефектов во всех образцах указывает на соблюдение технологических параметров производства пластового мармелада.

Таблица 3

Органолептические показатели пластового мармелада

Показатель	Требования по ГОСТ	Образец 1	Образец 2
Цвет	Характерные для данного наименования мармелада, без постороннего привкуса и запаха	Коричнево-красноватый	
Вкус		Кисло-сладкий, преобладает яблочный вкус	
Запах		Запах яблока и черники	
Консистенция	Студнеобразная	Студнеобразная	
Форма	Форма упаковки, в которую разливают мармеладную массу	Соответствует форме упаковки	
Поверхность	Допускается слегка увлажнённая поверхность	Слегка увлажнённая поверхность, матовая	Слегка увлажнённая поверхность, глянцевая

На заключительном этапе в лабораториях факультета пищевых биотехнологий и биоинженерии ФГБОУ ВО МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ) были изучены физико-химические показатели качества образцов, такие как влажность (ГОСТ 5900-2014), кислотность (ГОСТ 5898-2022), массовая доля золы (ГОСТ 26185-84), редуцирующие вещества (ГОСТ 5903-89), а также их соответствие ГОСТ 6442-2014 и ГОСТ Р 52349-2005 (см. табл. 3).

Таблица 4

Физико-химические показатели качества полученных образцов

Показатель	Требования по ГОСТ	Образец 1	Образец 2
Массовая доля влаги, %	От 29,0 до 33,0	31,06	29,82
Кислотность, град.	От 4,5 до 18	11,60	13,00
Содержание редуцирующих веществ, %	-	57%	58%
Массовая доля золы	0,1	0,04	
Содержание йода, мг	-	Менее 0,10 мг/кг	

Дополнительно, образцы были отправлены в аккредитованную лабораторию «Молоко» ФГАНУ «ВНИМИ» для определения содержания йода по ГОСТ 26185-84, так как в рецептуре мармелада содержатся йодосодержащие компоненты, такие как водоросль вакаме и черника. Анализ приведённых данных позволяет сделать вывод о соответствии физико-химических свойств полученных образцов пластового

мармелада требованиям ГОСТ по основным нормируемым показателям.

При производстве пластового мармелада используется большое количество пюре с высоким содержанием редуцирующих веществ. При этом количество сахара минимально. Норма содержания редуцирующих веществ для данного типа мармелада составляет 60-80 %. Согласно ГОСТ 6442-2014, рекомендации по содержанию редуцирующих веществ в пластовом мармеладе, приготовленном на пектине и глюкозе, отсутствуют. Следовательно, полученные значения массовой доли редуцирующих веществ, составляющие 57-58%, следует рассматривать как соответствующие рецептурному составу полученного мармелада.

Согласно протоколам лабораторных испытаний, содержание йода у обоих образцов составило менее 0,10 мг/кг. Следовательно, выбранные режимы инфракрасной и конвекционной сушки не оказывают существенное влияние йода в готовом продукте и влияют только на технологический процесс и показатели выхода готового мармелада. Сравнительный анализ методов сушки функционального пластового мармелада выявил, что инфракрасная сушка при температуре 45°C является наиболее эффективной технологией производства. Данный режим обеспечивает максимальный выход готовой продукции с минимальными потерями массы, сохраняя соответствующие физико-химические показатели качества, что снижает сырьевые и энергетические затраты на производство. Образцы соответствуют требованиям государственных стандартов. Дополнительный анализ показал, что выбор режима сушки не оказывает существенного влияния на содержание такого микроэлемента, как йод. Следовательно, при выборе режима сушки следует руководствоваться принципами технологической эффективности и для промышленного внедрения также рекомендуется режим инфракрасной сушки при 45°C.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пискуренко К.Р., Попов В.Г. Тенденции производства мармелада функциональной направленности // Вестник ВГУИТ. – 2020. – Т. 82, № 2. – С. 72-76. – DOI: 10.20914/2310-1202-2020-2-72-76.

2. Петрухин Д.А., Ковалева Е.Д., Ключко Н.Ю. Современные тенденции в производстве мармеладо-пастильных изделий // Вестник молодёжной науки. – 2020. – № 3 (25). – С. 13.

3. Кох Д.А., Кох Ж.А. Гомогенная яблочная паста из плодов мелкоплодных яблонь в производстве желейного мармелада // Ползуновский вестник. – 2025. – № 1. – С. 97–102. – DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.01.011.

4. Стерлигов, Н.Г., Сидоренко, Ю.И. Закономерности структуризации желейного мармелада на агаровых полисахаридах и пектинах с низким содержанием сахаров / Н.Г. Стерлигов, Ю.И. Сидоренко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2025. – Т. 13, № 3. – С. 26–33. – DOI: 10.14529/food250303.Инфракрасная сушка с применением конвекционно-вакуумной технологии для высушивания продуктов растительного происхождения

5. Лутова А.П., Елина В.М. Обоснование целесообразности формирования спроса на консервированные первые блюда с бурой водорослью Undaria Pinnatifida на российском рынке // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы XV Национальной (всероссийской) научно-практической конференции. – Петропавловск-Камчатский, 2024. – С. 152-156.

6. Мечникова Г.Я., Флейшман М.Ю., Лебедько О.А. Оценка in vivo антиоксидантной активности плодов черники пазушной (Vaccinium axillare Nakai) при окислительном стрессе // Сибирский научный медицинский журнал. – 2022. – Т. 42, № 5. – С. 4–10. – DOI: 10.18699/SSMJ20220501.

7. Савенков, Д.Н. Инфракрасная сушка с применением конвекционно-вакуумной технологии для высушивания продуктов растительного происхождения / Д.Н. Савенков, А.А. Щербаков, Р.Э. Мехралиев, В.А. Сердюк // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 11.

8. Алексеенко, Е.В. Современное состояние и перспективы развития способов переработки ягод черники: обзор предметного поля / Е.В. Алексеенко, Н.Ю. Каримова, А.А. Цветкова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2023. – № 1. – С. 22–44. – DOI: 10.36107/spfp.2023.353.

9. Полуянова, М.А. Биотехнологические аспекты разработки мармелада функциональной направленности с использованием молочной сыворотки для профилактики заболеваний желудочно-кишечного тракта / М.А. Полуянова, В.Г. Попов // Индустрия питания. – 2022. – Т. 7, № 2. – С. 72–79. – DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-2-8.

10. Макарова А.А., Лисин П.А., Пасько О.В. Проектирование аналоговых мясных полуфабрикатов с применением симплекс-метода // Индустрия питания. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 50-58. – DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-2-6.

REFERENCES

1. Piskurenko K.R., Popov V.G. Trends in the production of functional marmalade // Bulletin of VGUIT. – 2020. – Vol. 82, No. 2. – pp. 72-76. – DOI: 10.20914/2310-1202-2020-2-72-76.

2. Petrukhin D.A., Kovaleva E.D., Klyuchko N.Yu. Modern trends in the production of marmalade and pastille products // Bulletin of Youth Science. – 2020. – № 3 (25). – C. 13.

3. Koch D.A., Koch Zh.A. Homogeneous apple paste from the fruits of small-fruited apple trees in the production of jelly marmalade // Polzunovsky bulletin. – 2025. – No. 1. – pp. 97-102. – DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.01.011.

4. Sterligov, N.G., Sidorenko, Yu.I. Patterns of structuring jelly marmalade on agar polysaccharides and pectins with low sugar content / N.G. Sterligov, Yu.I. Sidorenko // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnology. – 2025. – Vol. 13, No. 3. – pp. 26-33. – DOI: 10.14529/food250303.Infrared drying using convection-vacuum technology for drying vegetable products

5. Lutova A.P., Elina V.M. Substantiation of the expediency of forming demand for canned first courses with brown algae Undaria Pinnatifida on the Russian market // Natural resources, their current state, protection, commercial and technical use: materials of the XV National (All-Russian) scientific and practical conference. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2024, pp. 152-156.

6. Mechnikova G.Ya., Fleishman M.Yu., Lebedko O.A. In vivo assessment of the antioxidant activity of axillary blueberry fruits (Vaccinium axillare Nakai) under oxidative stress // Siberian Scientific Medical Journal. - 2022. – Vol. 42, No. 5. – pp. 4-10. – DOI: 10.18699/SSMJ20220501.

7 Savenkov, D.N. Infrared drying using convection-vacuum technology for drying plant products / D.N. Savenkov, A.A. Shcherbakov, R.E. Mehraliev, V.A. Serdyuk // Engineering Bulletin of the Don. – 2021. – № 11.

8. Alekseenko E.V., Karimova N.Yu., Tsvetkova A.A. The current state and prospects of development of blueberry processing methods: a review of the subject field / E.V. Alekseenko, Karimova N.Yu., Tsvetkova A.A. Storage and processing of agricultural raw materials. – 2023. – No. 1. – pp. 22-44. – DOI: 10.36107/spfp.2023.353.

9. Poluyanova, M.A. Biotechnological aspects of the development of functional marmalade using whey for the prevention of diseases of the gastrointestinal tract / M.A. Poluyanova, V.G. Popov // Nutrition Industry. – 2022. – Vol. 7, No. 2. – pp. 72-79. – DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-2-8.

10. Makarova A.A., Lisin P.A., Pasko O.V. Designing analog meat semi-finished products using the simplex method // Food industry. – 2021. – Vol. 6, No. 2. – pp. 50-58. – DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-2-6.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026



УДК 664.959.5 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-167-172

Морской коллаген: сырьевая база, технологии получения и перспективы использования в пищевой промышленности

Marine collagen: raw material sources, extraction, and food industry applications

Младший научный сотрудник, М.А. Белова, студент, В.С. Фонякина, младший научный сотрудник, М.Н. Кутузов, ассистент, Е.Л. Петров, ведущий научный сотрудник Д.Д. Вилкова,
Череповецкий государственный университет, кафедра биологии, mabelova@chsu.ru
доцент, кандидат технических наук, О. В. Новиченко
Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева, кафедра биотехнологии, аквакультуры, почвоведения и управления земельными ресурсами, ollevi@bk.ru

Junior Researcher, M.A. Belova, student, V.S. Fonyakina, Junior Researcher, M.N. Kutuzov, assistant, E.L. Petrov, senior researcher, D.D. Vilkova,
Cherepovets State University, Department of Biology, mabelova@chsu.ru
Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, O. V. Novichenko
Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, Department of Biotechnology, Aquaculture, Soil Science and Land Management, ollevi@bk.ru

Аннотация. Коллаген является основным структурным белком соединительной ткани и широко применяется в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности. В последние годы наблюдается устойчивый рост спроса на коллагенсодержащие продукты, обусловленный снижением эндогенного синтеза коллагена с возрастом и стимулирующий расширение рынка биологически активных добавок. Традиционные источники коллагена животного происхождения имеют ряд ограничений, включая риск передачи инфекционных заболеваний, что стимулирует поиск альтернативных, безопасных источников сырья. В статье представлен систематический анализ современных данных об источниках морского коллагена, получаемого из различных гидробионтов (рыбы, моллюски, медузы), рассмотрены биохимические особенности коллагена и его типы. Проанализированы основные методы выделения морского коллагена, такие как кислотная, щелочная и ферментативная экстракция, а также перспективные инновационные технологии. Отдельное внимание уделено применению морского коллагена в пищевой отросли, его функциональным свойствам. Показано, что морской коллаген является перспективной альтернативой коллагену животного происхождения благодаря высокой биодоступности, биосовместимости и возможности рациональной переработки вторичного рыбного сырья.

Abstract. Collagen is the main structural protein of connective tissue and is widely used in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries. In recent years, there has been a steady increase in demand for collagen-containing products driven by age-related declines in endogenous collagen synthesis and expansion of the dietary supplement market. Conventional collagen sources from animal origin have several limitations including the risk of transmission of infectious diseases which has stimulated search for alternative, safer raw materials. This article presents a systematic analysis of current data on marine collagen sources obtained from various aquatic organisms including fish, molluscs, and jellyfish. The biochemical characteristics of marine collagen and its main types are discussed. Principal extraction methods such as acid, alkaline and enzymatic as well as promising innovative technologies are also discussed. Special attention is given to the food applications of marine collagen, and its functional properties. It is shown that marine collagen represents a promising alternative to animal-derived collagen due to its high bioavailability, biocompatibility, and the possibility of sustainable utilization of fish processing by-products.

Ключевые слова: морской коллаген, вторичное рыбное сырье, гидробионты, экстракция коллагена.

© М.А. Белова, В.С. Фонякина, М.Н. Кутузов, Е.Л. Петров, Д.Д. Вилкова, О. В. Новиченко, 2026

Keywords: marine collagen, secondary fish raw materials, aquatic organisms, collagen extraction.

Коллаген является одним из наиболее распространённых белков в организме человека и животных и представляет собой основной структурный компонент соединительной ткани [6]. С возрастом выработка коллагена в организме снижается, что приводит к ухудшению состояния кожи, костей, суставов, мышц. В связи с этим в последние годы наблюдается увеличение спроса на продукты и биологически активные добавки (БАДы), содержащие коллаген. Мировой рынок коллагена ежегодно растет — годовой прирост составляет 8,6 %. По состоянию на 2024 год его объём оценивался в 5,42 млрд долларов, а к 2037 году, по прогнозам аналитиков, он может достичь 15,84 млрд долларов. Аналогичная тенденция характерна и для российского рынка: в 2024 году его объём увеличился на 57 % по сравнению с предыдущими годами и составил около 1,2 млрд рублей. Основная доля коллагена в России используется для производства БАДов, на которые приходится порядка 60 % рынка [1].

В настоящее время основным источником коллагена являются кожа и кости крупного рогатого скота и свиней. Однако использование такого сырья связано с рядом ограничений, включая риск передачи инфекционных заболеваний животных и необходимости учёта религиозно-культурных норм различных групп населения. Эти факторы обусловливают необходимость поиска альтернативных, безопасных и биосовместимых источников коллагена. В этом контексте морской коллаген представляет особый интерес [6].

Морской коллаген рассматривается как экологически чистый и безопасный продукт, получаемый преимущественно из побочных продуктов рыбной промышленности — кожи, чешуи и костей рыб, а также из морских беспозвоночных. Коллаген из водных источников характеризуется низкой молекулярной массой, высокой степенью усвоения и биодоступностью, что обеспечивает его более эффективное проникновение в кожу и быстрое усвоение организмом [4]. Также потребление морского коллагена способствует быстрому заживлению ран на коже и замедлению процессов старения у людей [6].

Наиболее доступным источником морского коллагена являются отходы рыбной промышленности, которые могут составлять до 60 % от массы исходного сырья. В большинстве случаев такое сырьё утилизируют, что приводит к экологическим и экономическим потерям. В связи с этим актуальной задачей является разработка и внедрение эффективных технологий переработки вторичного рыбного сырья с целью получения пищевых ингредиентов и биологически активных добавок, включая коллаген.

Целью настоящей работы является систематический анализ современных данных об источниках морского коллагена, методах его экстракции и перспективах применения в пищевой промышленности.

Водные организмы являются безопасными источниками коллагена, так как не вызывают заболеваний, которые могут передаться потребителю, а также имеют высокую биосовместимость с тканями человека [2]. В качестве сырья для получения морского коллагена используют множество промысловых и аквакультурных видов рыб, а также морских беспозвоночных. К основным источникам морского коллагена относятся лучепёрые рыбы (карпообразные, лососеобразные, окунеобразные, осетрообразные, сомообразные, трескообразные и др.), хрящевые рыбы (разнозубообразные, скатообразные и др.), млекопитающие (китопарнокопытные), головоногие моллюски (океанические кальмары, осьминоги, каракатицы), двустворчатые моллюски (морские гребешки), морские звезды и сцифоидные медузы (дискомедузы, корнероты) [3]. Из кожи, чешуи и костей рыб преимущественно выделяют коллаген I типа, который является наиболее ценной и распространенной

формой коллагена. Он отличается высокой биосовместимостью с тканями человека и обладает выраженными антиоксидантными и омолаживающими свойствами, что обуславливает его широкое применение в пищевой, косметической и медицинской промышленности. Исследования показывают, что рыбный коллаген, благодаря уникальному аминокислотному составу (низкому содержанию гидроксипролина и пролина), имеет более низкую температуру денатурации по сравнению с коллагеном млекопитающих. Caruso G. продемонстрировал, что рыбный коллаген из побочных продуктов переработки превосходит бычий и свиной по биодоступности, показывая более высокую эффективность усвоения и более быструю циркуляцию в кровотоке благодаря мелкому размеру частиц [7]. Однако у рыбного коллагена выделяют такие недостатки как низкие температуры плавления и высокая скорость деградации.

Среди водных беспозвоночных перспективными источниками являются моллюски (головоногие и двустворчатые), из которых также получают коллаген I типа, пригодный для производства продуктов питания. Альтернативным источником служат морские звезды, коллаген которых состоит из гетеротримера $(\alpha1)_2\alpha2$, который аналогичен коллагену кожи теленка I типа. Такой коллаген, как и коллаген наземных животных, обладает противоопухолевой, ранозаживляющей, противовоспалительной и антиоксидантной активностью. Отдельный интерес представляют медузы, в составе белков которых содержание коллагена может достигать 60 %. Коллаген медуз характеризуется низкой иммуногенностью и минимальным содержанием токсичных веществ [8]. Благодаря низкой степени гидрофильности коллаген медуз с легкостью проникает в кожу человека. Согласно научным исследованиям, у медуз обычно выделяют коллаген I и II типов, реже встречаются коллаген III, IV и V типов.

Процесс получения коллагена из рыбного сырья включает несколько стадий: подготовку и механическую обработку сырья, удаление неколлагеновых белков и липидов, экстракцию коллагена, его очистку и сушку. На этапе подготовки рыбное сырье промывают водой и хлоридом натрия для удаления липидов и различных загрязняющих веществ. Далее проводят обработку щелочами и органическими растворителями для удаления маслянистых компонентов. Экстракция коллагена осуществляется с использованием кислотных, щелочных, ферментативных или комбинированных методов.

Наиболее распространённым является кислотный метод экстракции, применяемый преимущественно для получения коллагена I типа из кожи рыб. Температура, концентрация и тип кислоты являются важными параметрами при проведении процесса экстракции, и влияют на выход и качество полученного коллагена. Оптимальные условия экстракции обычно лежат в диапазоне температур от 4 до 20 °C, что позволяет сохранить нативную структуру коллагена. Для получения морского коллагена используют уксусную, лимонную, молочную и соляную кислоты. Наибольший выход коллагена достигается при использовании уксусной кислоты с концентрацией 0,5 М, что обеспечивает выход коллагена до 90 % [2]. Помимо этого, уксусная кислота также обладает бактериостатическим действием. Недостатком данного метода является длительность процесса, достигающая нескольких суток [8].

Экстракция щелочами используется главным образом для удаления неколлагеновых белков, жиров и некоторых неорганических веществ. Эффективность метода зависит от длительности экстракции, температуры и концентрации щелочи. Согласно результатам Schmidt и др., оптимальным для сохранения структуры коллагена является обработка 0,05 М раствором NaOH при температуре до 20 °C. Использование более концентрированных растворов NaOH может привести к структурным повреждениям коллагена, которые могут снизить его выход [10].

Ферментативная экстракция рассматривается как экологически более

безопасный метод, поскольку требует меньшего количества растворителей и способствует сокращению образования отходов [9]. В основном используют такие ферменты, как пепсин, папаин, трипсин и различные коллагеназы [8].

Ферментативная экстракция по сравнению с кислотной менее агрессивна к технологическому оборудованию, требует меньше энергии, а полученный продукт содержит относительно низкое количество примесей [2]. Результаты исследований показали, что гидролизат коллагена, выделенного из кожи минтая (*Theragra chalcogramma*) методом ферментативной экстракции, обладает мощными антиоксидантными свойствами [9]. Недостаток данного метода заключается в том, что ферменты являются дорогостоящими веществами относительно кислот, щелочей и солей.

Комбинированные методы, включающие последовательное применение кислотной, щелочной и ферментативной обработки, обеспечивают более высокий выход коллагена и улучшенные функциональные характеристики продукта. Эффективным является использование следующих комбинаций методов экстракции морского коллагена: кислота-фермент, щелочь-фермент и кислота-щелочь-фермент [10]. Помимо традиционных подходов, перспективными считаются глубокоэвтектическая, ультразвуковая, экструзионно-гидроэкстракционная и сверхкритическая экстракция [8].

Основными продуктами переработки коллагена, применяемыми в пищевой промышленности, являются желатин и гидролизат коллагена. Их используют в качестве добавок, влияющих на структуру и химические свойства пищевых продуктов. Желатин, получаемый в результате частичного термического гидролиза коллагена, применяется, главным образом, для придания необходимой консистенции конечному продукту. Гидролизат коллагена (коллагеновые пептиды) представляет собой продукт глубокого ферментативного расщепления коллагена, не обладающий гелеобразующей способностью, но характеризующийся высокой растворимостью. Он преимущественно используется в функциональных пищевых добавках, спортивном питании и продуктах лечебно-профилактического назначения. Желатин и гидролизованный коллаген улучшают текстуру и укрепляют структуру пены при производстве различных кондитерских изделий. Также в молочной продукции их используют как стабилизирующие и текстурирующие агенты. При производстве хлеба гидролизат коллагена применяют для стабилизации и гелеобразования продукта. Также их используют в продуктах с меньшим количеством жира для придания мягкой и нежной текстуры и улучшения вкусовых качеств. Помимо этого, данные формы коллагена применяют в мясопереработке и в производстве вина в роли осветлителя [5].

Гидролизаты коллагена характеризуются высокой растворимостью, термостабильностью и устойчивостью к осаждению многими агентами (ионы металлов или pH). Эти свойства обеспечивают их эффективное использование в качестве эмульгаторов, пенообразователей и стабилизаторов структуры [5].

В последнее время морской коллаген используют в качестве эмульгаторов в различных продуктах (мороженое, шоколад, йогурт, сливочное масло). Коллаген морских животных улучшает функциональные свойства, а также микробиологические и физико-химические характеристики продуктов [6]. Результаты исследования по использованию гидролизованного рыбного коллагена в мясных продуктах (буйволиные котлеты) показывают более высокое содержание белка, более низкое содержание жира, аналогичные органолептические показатели и лучшую текстуру по сравнению с исследуемым продуктом без рыбного коллагена. Также, согласно исследованиям, при добавлении гидролизованного морского коллагена в апельсиновый сок концентрацией 2,5 % улучшаются его питательные и функциональные свойства. Полученный продукт содержит больше белка,

обеспечивает высокую биодоступность питательных веществ и обладает более низкой вязкостью [9].

Коллагеновые пептиды применяются в качестве ингредиентов функциональных пищевых добавок. Они обладают антиоксидантной активностью и способны связывать ионы кальция, повышая его биодоступность. Кроме того, коллагеновые пептиды помогают предотвратить повреждение клеток и тканей при замораживании. Поэтому их можно использовать в продуктах питания, которые необходимо подвергать воздействию низких температур [9].

За последние несколько лет в пищевой промышленности появляется всё больше новых сфер применения морского коллагена, которые включают разработку биоразлагаемых плёнкообразующих материалов, микрокапсулирующих агентов, коллоидных стабилизаторов и пенообразователей. Эти технологии расширяют возможности использования морского коллагена в пищевой промышленности и функциональном питании [8].

Коллаген является важным биополимером, востребованным в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности. Коллаген животного происхождения имеет ряд существенных недостатков, связанных с безопасностью и этическими аспектами. В отличие от него, морской коллаген характеризуется низкой антигенностью, высокой биосовместимостью, выраженной антиоксидантной и противомикробной активностью. Использование морского коллагена, получаемого из рыбных отходов и других гидробионтов, обладает значительным потенциалом благодаря его доступности, функциональным свойствам и экологической целесообразности. Совершенствование методов экстракции позволяет повышать выход и качество коллагена, расширяя возможности его применения в пищевой промышленности, медицине и косметологии. Рациональная переработка вторичного рыбного сырья способствует снижению экологической нагрузки и формированию устойчивых биотехнологических производств, что делает морской коллаген перспективной альтернативой традиционным животным источникам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесникова, О. В. Анализ рынка коллагена в Российской Федерации / О. В. Колесникова, Н. Р. Аракелян, Ю. Д. Довгополова // Креативная экономика. – 2025. – Т. 19, № 4. – С. 983-998.

2. Куликова Ю. В., Сухих С. А., Бабич О. О. Методы экстракции морского коллагена для решения задач регенеративной медицины // Регенерация органов и тканей. – 2024. – № 1. – С. 29-45.

3. Рачкова Н. А., Соклаков В. В., Воротников Б. Ю. Биоэкологический потенциал морского плацентарного коллагена в косметологии // Известия КГТУ. – 2022. – № 65. – С. 66-80.

4. Трухан Д.И., Иванова Д.С. Гидролизованный морской коллаген в комплексной терапии дегенеративно-дистрофических изменений опорно-двигательного аппарата // Клинический разбор в общей медицине. – 2023. – № 8. – С. 60-66.

5. Туркевич М. Гидролизат коллагена как новая диетическая добавка // Научный вестник Лодзинского технического университета. Пищевая химия и биотехнология. – 2009. – № 1058. – С. 83-92.

6. Barzkar N., Sukhikh S., Babich O., Venmathi Maran B. A., Tamadoni Jahromi S. Marine collagen: purification, properties and application // Front. Mar. Sci. – 2023. – Vol. 10. https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1245077

7. Caruso G. Fishery Wastes and By-products: A Resource to Be Valorised // Journal of FisheriesSciences.com. – 2015. – Vol. 9, № 4. – P. 80–83.

8. Farooq S., Ahmad M.I., Zheng S., Ali U., Li Y., Shixiu C., Zhang H. A review on marine collagen: sources, extraction methods, colloids properties, and food applications // Collagen & Leather. – 2024. – Vol. 6. https://doi.org/10.1186/s42825-024-00152-y
9. Gaikwad S., Kim M. J. Fish By-Product Collagen Extraction Using Different Methods and Their Application // Marine Drugs. – 2024. Vol. 22(2). https://doi.org/10.3390/md22020060
10. Islam J., Mis Solval K.E. Recent Advancements in Marine Collagen: Exploring New Sources, Processing Approaches, and Nutritional Applications // Mar. Drugs. – 2025. – Vol. 23. https://doi.org/10.3390/md23050190

REFERENCES

1. Kolesnikova O. V. Analiz rynka kollagena v Rossiiskoi Federatsii / O. V. Kolesnikova, N. R. Arakelyan, Yu. D. Dovgopolova // Kreativnaya ekonomika. – 2025. – T. 19, № 4. – S. 983–998.
2. Kulikova Yu. V., Sukhikh S. A., Babich O. O. Metody ekstraktsii morskogo kollagena dlya resheniya zadach regenerativnoi meditsiny // Regeneratsiya organov i tkaney. – 2024. – № 1. – S. 29-45.
3. Rachkova N. A., Soklakov V. V., Vorotnikov B. Yu. Bioekologicheskii potentsial morskogo platsentarnogo kollagena v kosmetologii // Izvestiya KGTU. – 2022. – № 65. – S. 66-80.
4. Trukhan D. I., Ivanova D. S. Gidrolizovannyi morskoi kollagen v kompleksnoi terapii degenerativno-distroficheskikh izmenenii oporno-dvigatel'nogo apparata // Klinicheskii razbor v obshchei meditsine. – 2023. – № 8. – S. 60-66.
5. Turkievich M. Gidrolizat kollagena kak novaya dieteticheskaya dobavka // Nauchnyi vestnik Lodzinskogo tekhnicheskogo universiteta. Pishchevaya khimiya i biotekhnologiya. – 2009. – № 1058. – S. 83-92.
6. Barzkar N., Sukhikh S., Babich O., Venmathi Maran B. A., Tamadoni Jahromi S. Marine collagen: purification, properties and application // Front. Mar. Sci. – 2023. – Vol. 10. https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1245077
7. Caruso G. Fishery Wastes and By-products: A Resource to Be Valorised // Journal of FisheriesSciences.com. – 2015. – Vol. 9, № 4. – P. 80–83.
8. Farooq S., Ahmad M.I., Zheng S., Ali U., Li Y., Shixiu C., Zhang H. A review on marine collagen: sources, extraction methods, colloids properties, and food applications // Collagen & Leather. – 2024. – Vol. 6. https://doi.org/10.1186/s42825-024-00152-y
9. Gaikwad S., Kim M. J. Fish By-Product Collagen Extraction Using Different Methods and Their Application // Marine Drugs. – 2024. Vol. 22(2). https://doi.org/10.3390/md22020060
10. Islam J., Mis Solval K.E. Recent Advancements in Marine Collagen: Exploring New Sources, Processing Approaches, and Nutritional Applications // Mar. Drugs. – 2025. – Vol. 23. https://doi.org/10.3390/md23050190

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026



УДК 664.94/.95:663.14 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-173-183

Оптимизация режимов тепловой обработки мясокостного сырья при производстве пакетированных бульонов длительного хранения

Optimization of thermal processing modes for bone-in meat raw materials in the production of long shelf-life packaged broths

Доцент О.С. Фоменко, аспирант, А.Г. Сагингалиева, студент, М.М. Джованетти, профессор А.В. Банникова, профессор Ф.Я. Рудик,
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», Саратов, кафедра «Технологии продуктов питания», fomenkoos@mail.ru

Associate Professor O.S. Fomenko, post-graduate student, A.G. Sagingalieva, student, M.M. Giovanetti, Professor A.V. Bannikova, Professor F.Ya. Rudik,
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Department of Food Technology, fomenkoos@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы оптимизации режимов тепловой обработки мясокостного сырья при производстве пакетированных бульонов длительного хранения. Подчеркивается важность модернизации технологических процессов с целью сохранения пищевой ценности исходного сырья и улучшения качества конечного продукта. Это особенно актуально в условиях увеличения сроков хранения продукции и растущего спроса на продукты функционального и здорового питания. Проведен комплексный анализ гидродинамических и гидротермических процессов, протекающих при варке бульонов с учетом изменения теплофизических свойств мясокостного сырья при его переработке. Исследованы закономерности тепломассообмена, динамика температурных полей и процессы массопередачи в системе «вода-мясо-кость». Особое внимание уделено изучению влияния размеров кусков сырья и параметров нагрева на эффективность экстракции питательных веществ. На основе теоретических расчетов и экспериментальных данных установлено, что для сокращения времени варки бульона и минимизации негативного воздействия гидролиза жира температура предварительного нагрева воды должна составлять 70°С с последующим нагревом до 98°С. Показано, что уменьшение размеров кусков мяса до 2-3 см позволяет сократить время кипячения в 5 раз, минимизировать гидролитическую порчу жира и снизить энергозатраты. Обоснована необходимость точного контроля параметров обработки для достижения максимального качества продукции. Предложенные технологические решения позволяют повысить качество бульонов за счет оптимизации температурных режимов и времени обработки. Экспериментальные данные демонстрируют высокую степень достоверности с расчетными значениями (до 98%). Результаты исследования могут быть использованы для совершенствования существующих технологий производства пакетированных бульонов длительного хранения с улучшенными потребительскими свойствами.

Abstract. The article examines issues related to optimizing the thermal processing modes of bone-in meat raw materials in the production of long shelf-life packaged broths. The importance of modernizing technological processes to preserve the nutritional value of the raw materials and improve the quality of the final product is emphasized. This is particularly relevant in the context of increasing product shelf life and growing demand for functional and healthy foods. A comprehensive analysis of hydrodynamic and hydrothermal processes occurring during broth preparation has been conducted, taking into account changes in the thermophysical properties of bone-in meat during processing. The regularities of heat and mass transfer, temperature field dynamics, and mass transfer processes in the "water-meat-bone" system have been investigated. Particular attention was paid to studying the impact of raw material piece sizes and heating parameters on the efficiency of nutrient extraction. Based on theoretical calculations and experimental data, it was established that to reduce broth cooking time and minimize the negative effects of fat hydrolysis, water should be preheated to 70°C followed by heating to 98°C. It was shown that reducing meat piece sizes

© О.С. Фоменко, А.Г. Сагингалиева, М.М. Джованетти, А.В. Банникова, Ф.Я. Рудик, 2026

to 2-3 cm allows boiling time to be reduced fivefold, minimizes fat hydrolytic spoilage, and reduces energy consumption. The necessity for precise control of processing parameters to achieve maximum product quality has been justified. The proposed technological solutions can enhance broth quality through optimized temperature regimes and processing times. Experimental data demonstrate a high degree of reliability when compared to calculated values (up to 98%). The research results can be used to improve existing technologies for producing long shelf-life packaged broths with enhanced consumer properties.

Ключевые слова: тепловая обработка, мясокостное сырье, бульоны, оптимизация, теплоемкость, теплопроводность, гидротермические процессы.

Keywords: heat treatment, bone-in meat raw materials, broths, optimization, heat capacity, thermal conductivity, hydrothermal processes.

Современный этап развития пищевой индустрии характеризуется значительными изменениями в теоретических и практических подходах к переработке пищевых продуктов. Эти изменения обусловлены демографическими тенденциями, ограниченностью продовольственных ресурсов, особенностями трудовой деятельности населения, ухудшением экологической обстановки, а также новыми научными данными о биологической роли различных компонентов пищи в обеспечении здоровья человека.

Особое внимание уделяется оптимизации технологических процессов, направленных на сохранение питательной ценности сырья и повышение качества готовой продукции [1].

Современная пищевая индустрия сталкивается с необходимостью постоянного совершенствования технологий производства продуктов питания, что обусловлено растущими требованиями к их качеству, безопасности и срокам хранения [2]. Особое внимание уделяется сегменту готовых к употреблению бульонов, которые занимают значительную долю рынка продуктов длительного хранения. Производство таких продуктов требует тщательной оптимизации технологических процессов с обеспечением высокой степени сохранности питательной ценности сырья. Одним из ключевых этапов в создании высококачественных бульонов является тепловая обработка мясокостного сырья, которая напрямую влияет на органолептические характеристики, микробиологическую безопасность и стабильность готового продукта [3]. Однако классические методы термической обработки, основанные на длительном кипячении при высоких температурах, часто приводят к деструкции белков, гидролитической порче жиров и, как следствие, снижению качества бульона и сроков их потребительских свойств [4,5]. Эти проблемы усугубляются с теоретически и практически необоснованными режимами нагрева, ухудшающими качество продукта и увеличивающими энергозатраты и время производственного цикла.

Актуальность исследования связана с необходимостью разработки инновационных подходов к управлению гидротермическими процессами варки мясокостного сырья. В условиях роста спроса на продукты здорового питания и усиления контроля за ресурсоэффективностью производств, оптимизация тепловой обработки становится не только технологической, но и экономической задачей. Решение этой проблемы требует комплексного анализа теплофизических свойств сырья, динамики тепломассообмена в процессе варки, а также применения усовершенствованных методов математических расчетов, позволяющих использовать новые, более точные методы прогнозирования и обоснования оптимальных параметров обработки.

Производство пакетированных бульонов длительного хранения предъявляет повышенные требования к стабильности физико-химических и микробиологических показателей продукта. Основным рецептурным компонентом для бульонов является мясокостное сырье, характеризующееся сложной гетерогенной структурой,

включающей мышечную и костную ткани, соединительные элементы. При термической обработке эти компоненты вступают в сложные взаимодействия, определяющие скорость экстракции белков, жиров и минеральных веществ в бульон. Однако длительное воздействие высоких температур (свыше 95°С) инициирует процессы денатурации белков, окисления липидов и гелеобразования коллагена, что негативно сказывается на вкусовых качествах и пищевой ценности продукта [6,7].

Современные исследования в области пищевых технологий направлены на минимизацию негативных последствий тепловой обработки, включая получение новых продуктов с заданным составом и управление процессами на всех этапах производства. Применение количественной оценки тепломассообменных процессов и математического описания биохимических изменений позволяет более эффективно исследовать влияние множества факторов на качество продукта. Особое значение имеют методы системного анализа, которые, благодаря математическому и имитационному моделированию, позволяют учитывать сложность взаимосвязей между параметрами процесса и прогнозировать результаты с высокой точностью [8]. Коэффициенты теплопроводности и температуропроводности мяса варьируются в зависимости от влажности, содержания жира и структуры мышечных волокон, что затрудняет моделирование процессов теплопередачи. На основании вышеизложенного актуальным является поиск рациональных параметров варки, повышающих не только эффективность производства бульонов длительного хранения, но и способствующих созданию продукта с улучшенными потребительскими свойствами и пролонгированным сроком хранения.

Для совершенствования технологий производства и переработки пищевых продуктов требуется проведение комплексных исследований их физико-химических и теплофизических свойств в широком диапазоне параметров состояния. Это позволит разрабатывать высокоточные математические модели процессов тепломассопереноса; оптимизировать режимы обработки для минимизации потерь питательных веществ. Особое внимание уделяется моделированию этих процессов, что позволяет прогнозировать изменения в структуре и свойствах мясного сырья на различных этапах обработки. Это особенно важно для обоснования режимов тепловой обработки и разработки новых технологических решений производства пищевых продуктов.

Цель исследования заключается в оптимизации режимов термической обработки мясокостного сырья при производстве пакетированных бульонов длительного хранения для повышения качества готовой продукции за счет обоснования рациональных технологических параметров процесса варки.

Задачи исследования:

- теоретически исследовать гидродинамический и теплофизический процессы нагрева теплоносителя и варки мясокостного сырья для производства пакетированного бульона длительного хранения, обосновать технологические направления снижения времени нагрева;

- провести экспериментальные исследования, установить значимые технологические параметры трансформации сырья.

Исследования проводились по частной методике с использованием кусков мяса говядины, подготовленных ломтерезкой толщиной от 2 до 9 см. Для измерения температуры применялся профессиональный пищевой термометр с цифровым регистратором DT-133A с характеристиками: температурный диапазон от 40°С до +200°С, разрешение 0,1°С, точность ±1%, время отклика 1 с, длина датчика 65 мм.

Образцы кусков мяса погружались в пищеварочный котел с водой, нагреваемой от 17°С до 100°С. Глубина погружения датчика термометра устанавливалась фиксатором, равным половине толщины куска. Температура в толще мясо регистрировалась каждые 5 минут до достижения температуры 100°С.

Тепловая обработка мясокостного сырья направлена на достижение готовности продукта, получение бульона высокого качества с пролонгированным сроком хранения. Процесс варки бульонов в пищеварочных котлах относится к многофакторным сложным гидротермическим процессам, требующим оптимизации температурных режимов, скорости нагрева, темперирования, гомогенизации, стерилизации и пастеризации готовой продукции для обеспечения безопасности и качества. Гидротермический процесс нагрева и варки мясокостного сырья физически описывается термодинамическими закономерностями на основании законов теплопроводности Фурье Ж.В. и переноса энергии Планка М., которые определяют распределение температуры в материале [9]. Теплообмен между горячей жидкостью и продуктом зависит от температурного градиента, который изменяется в функции времени и глубины проникновения тепла. Эти явления были систематизированы в работах Пуассона С.Д. и Михельсона В.А., что позволяет моделировать динамику процесса [9]. Возможность преобразования различных видов энергии в тепловую, необходимую для обработки различных материалов, исследованы в работах Князевой А.Г. [10].

На основе классических закономерностей гидротермических процессов теплопередачи было исследовано распределение температуры в воде (источнике тепла) в пищеварочном котле [9]. Особенностью процесса являлось относительно длительное время массопередачи нагретой жидкости в микроструктуру мяса и кости, что требовало многократного моделирования процессов для достижения равномерного нагрева до рабочей температуры варки.

В соответствии с теорией теплопередачи её движущей силой, в данном случае теплоносителем, является горячая вода. Согласно второму закону термодинамики теплопередача осуществляется за счет разности температур между водой (теплоносителем) и обрабатываемым материалом (теплоприемником). Вода, имеющая более высокую температуру самопроизвольно переходит в нагреваемое тело и передает ему свое тепло. Этот процесс протекает за счет молекулярного взаимодействия, включающую в себя колебания атомов и обмена кинетической энергией воды – теплоносителя (t_1) с нагреваемыми мясом и костью – теплоприемниками (t_2). Процесс продолжается до достижения термодинамического равновесия, когда температура теплоносителя и теплоприемника выравнивается, рисунок 1.

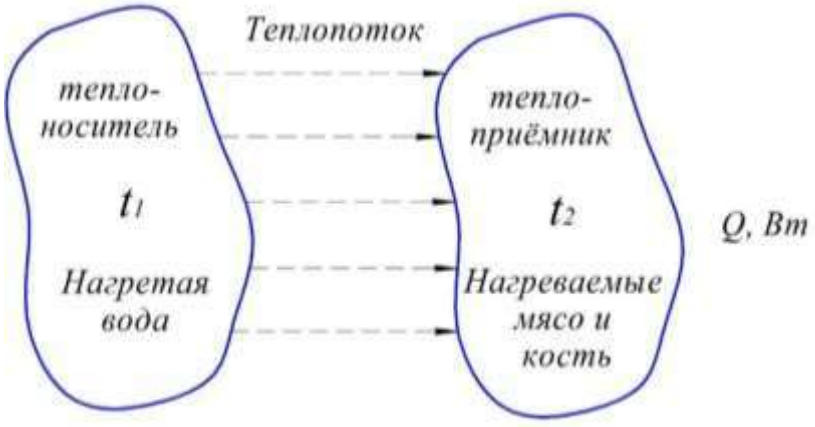


Рис. 1. Движущая сила теплопередачи

Передача температурного потока Q (Вт) теплоносителем осуществляется за счет закономерности гидродинамических процессов, при этом уменьшается собственное температурное состояние. Процесс теплопередачи описывается выражением:

$$\triangle t = t_1 - t_2, \quad (1)$$

где: t_1 – теплоноситель, отдающий тепло; t_2 – теплоприемник принимающий тепло.

Этот процесс продолжается до достижения термодинамического равновесия между теплоносителем и теплоприемником:

$$dQ = k(t_1 - t_2)dF, \quad (2)$$

где: k – коэффициент теплопередачи, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot K}$; dF – насыщаемая теплом элементарная площадь обрабатываемого материала, м^2.

При достижении равных температурных параметров источника тепла с его потребителем начинается активный процесс варки мясокостного продукта. В последующем, важным технологическим фактором является поддержание необходимого температурного режима в течение установленного временного периода до достижения требуемой результативности процесса [9,11].

Температурное состояние мясокостного сырья оценивается температурным полем, характеризующим распределение температуры в обрабатываемом материале в учитываемый момент времени в координатах x, y, z и времени t.

$$T = F(x, y, z, t). \quad (3)$$

Достижение определенных интервалов температурных параметров в закрытой системе осуществляется посредством регулирования теплопотоков, что отличается от классической открытой системы. В последней теплопередача происходит напрямую между нагреваемым объектом и водной средой (теплоносителем) за счет теплопроводного обмена, как показано на рисунке 2.

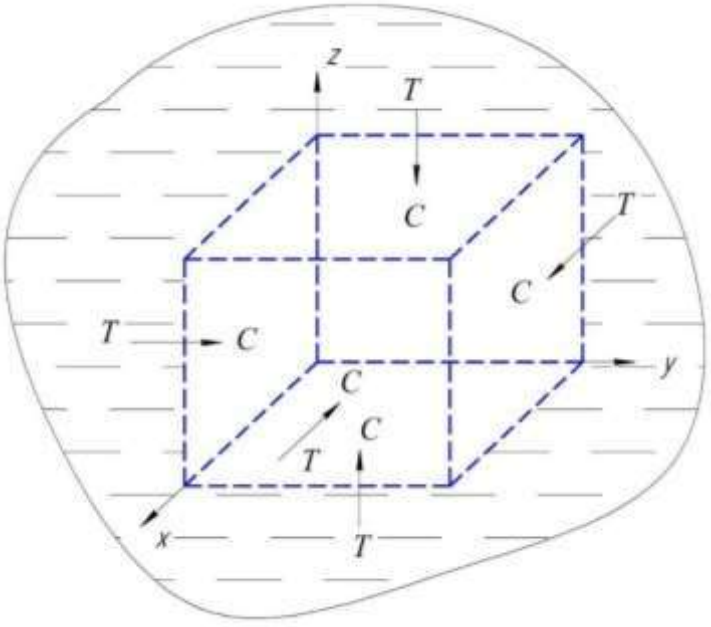


Рис. 2. Температурное поле водного теплоносителя в структуре единицы объема F мясокостного сырья в единицу времени t

При варке бульона в пищеварочном котле наблюдается непрерывный противоточный массообменный процесс. Жидкость поступает в обрабатываемые мясо и кость в направлениях трех координатных осей со всех шести сторон условно кубической формы обрабатываемого материала. Перенос воды, являющийся теплоносителем, протекает путем множества цикличных перемещений из одной фазы в другую. Перенос осуществляется внутри одной из фаз её глубины к поверхности раздела и последующего, распространяющегося от границы раздела фаз в глубь второй фазы, как показано на рисунке 2 [11].

Процесс переноса влаги в мясо осуществляется за счет молекулярной диффузии. На первой стадии происходит диффузия влаги в жидкой фазе, а на второй - молекулярной диффузии в насыщаемом твердом теле. При этом данный процесс распределяет концентрацию жидкости, участвующую в теплообмене, способствует нагнетанию тепла внутри обрабатываемого тела, обусловливает образование переменных по глубине тела концентраций тепла:

$$C = C(x, y, z, t). \quad (4)$$

Нагрев жидкости приводит к упорядоченному перемещению её слоёв за счет возникновения конвективных потоков. При этом изменяется состояние воды, характерное для её начальной температуры, и активизируется теплопередача T, направленная на нагрев структурных компонентов мяса. В результате в толще мяса формируются поля распределения температур и концентраций C, обусловленные процессами теплопроводности и молекулярной диффузии.

В соответствии с законом массопередачи ее интенсивность определяется уравнением:

$$m = \frac{M}{F} = \beta(t_1 - t_2), \quad (5)$$

где: M – массопередача, кг/с.;

$$dM = \beta(t_1 - t_2)dFdt, \quad (6)$$

F – площадь поверхности массопередачи, м^2; β – коэффициент массопередачи, м/с.

$$\beta = \frac{M}{t_1 - t_2}F. \quad (7)$$

В искомой задаче процесс массопередачи призван обеспечить продвижение молекул нагретой жидкости в структуре мясокостного сырья. Из выражений 6,7 и закономерности гидродинамики процесса следует, что вода, являющаяся, в данном случае теплоносителем и обладающая самой высокой теплопроводностью среди жидкостей (4,21 Дж/(кг·К) при 0°С), медленно нагревается и медленно остывает, а показатели теплоемкости при нагреве повышаются, рисунок 3.

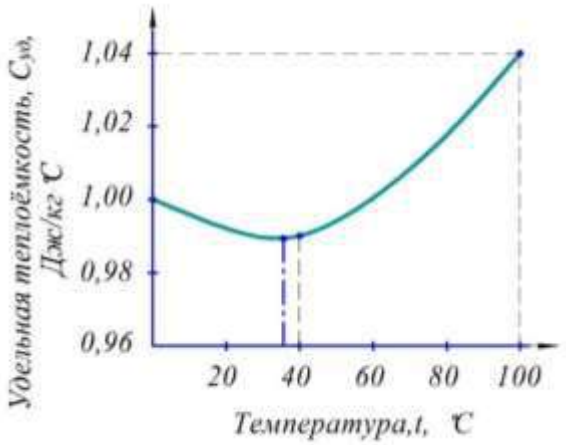


Рис.3. Изменение теплоемкости воды при нагреве

Исходя из представленного графика, можно сделать вывод, что удельная теплоемкость воды зависит от температуры. В диапазоне температур 37–40 °С теплопроводность воды снижается до значения 0,99 единиц при удельной теплоемкости, равной 1,00. После достижения температуры 40 °С наблюдается возрастание удельной теплоемкости, и при 100 °С она достигает 1,03-1,04 единиц. Данное обстоятельство обусловливает закономерность изменения теплопроводности воды, она начинает интенсивно возрастать после 40°С нагрева. Установлено, что теплопроводность воды повышается в среднем на 0,3 % на каждые 10 °С нагрева.

Данные результаты позволяют предположить, что предварительный нагрев воды до 40°С, может быть исключен, в связи с незначительным влиянием на эффективность процесса варки бульона. Установлено, что условиях пищеварочных котлов целесообразно использовать предварительный нагрев воды до 70°С с последующим её нагревом до 98°С. В этом случае удельная теплоемкость воды находится в диапазоне 1,00–1,04, что обеспечит эффективный тепловой режим. Предварительный нагрев воды до 70°С осуществляется в накопительном обогревателе. Такой подход позволит значительно сократить время производственного цикла и снизить затраты на энергоресурсы в том числе за счет более эффективного использования оборудования. Предварительный нагрев воды в накопительном обогревателе требует меньшей мощности, чем работа котла, что обеспечивает дополнительную экономию. Исследования процесса массопередачи выявили закономерность: при насыщении обрабатываемого сырья водой возникают переменные по глубине поля концентраций влаги (4) и температурного распределения (3). Эти поля формируются за счет взаимодействия массопередачи и теплопередачи [11,12]. Несмотря на различия в физической сути, процессы решают общую задачу — оптимизацию времени и условий температурной обработки продукта, обеспечивая его равномерное нагревание и сохранение качества.

В соответствии с законом теплопроводности Фурье, теплопроводность представляет собой вид теплообмена, при котором перенос тепловой энергии в неравномерно нагретой мясокостной среде осуществляется за счет теплового движения молекул без макроскопического перемещения среды. В процессе теплопередачи кинетическая энергия движущихся молекул передается от более нагретых участков к менее нагретым, что особенно заметно при термической обработке мяса. Учитывая особенности механизма теплопроводности возникает необходимость обоснования оптимальных единичных объемов обрабатываемого сырья. Это позволит более активно и продуктивно обеспечить равномерное и стабильное распределение тепловой энергии и влаги в мясокостном сырье [12,13].

Все материалы, в зависимости от их химического состава и структуры, обладают собственными показателями, характеризующими их теплопроводность и теплоемкость. Особый интерес представляет коэффициент теплопроводности мяса, который является важной физической величиной при изучении процессов термической обработки и зависит от таких показателей как влажность, содержание жира и белка, а также структуры мышечной ткани. Коэффициент теплопроводности мяса представляет собой эмпирическую формулу и определяется выражением:

$$\lambda = a(1 + 0{,}0012 \cdot t), \qquad (8)$$

где: а – коэффициент теплопроводности, м^2/с., коэффициент характеризующий скорость выравнивания температуры в объеме обрабатываемого материала.

Исходя из этого, следует, что коэффициент температуропроводимости есть отношение теплопроводности к теплоемкости:

$$a = \frac{\lambda}{C_{уд}\sigma}, \qquad (9)$$

где: $C_{уд}\sigma$ – объемная теплоемкость, $C_{уд}$ – удельная теплоемкость обрабатываемого материала, а σ – сопротивление продвижению тепла зависимое от плотности материала.

Теплоемкость устанавливает зависимость показателя подаваемого количества тепла Q (Дж) для получения изменения его температуры, T (°C):

$$C = \frac{dQ}{dT}. \qquad (10)$$

Из этого следует, что гидротермический процесс, как и любой физический процесс, поддается управлению. Качество мясокостного бульона, определяется закономерностями высокотемпературной обработки. Величина температуры и продолжительность тепловой обработки оказывают существенное влияние на процессы денатурации белков и их выделение в бульон. В таблице 1 представлены сравнительные данные времени нагрева и выравнивания температуры в кусках мяса различного размера. Показатели получены двумя способами: расчетным путем (РМ) и на основе экспериментальных данных (ЭД). Эти данные используются для анализа процессов тепловой обработки мясокостного сырья.

Таблица 1

Время выравнивания температуры в кусках мясокостного сырья различного размера (РП – расчетные показатели; ЭД – экспериментальные данные)

№ п/п	Наименование нагреваемого мясокостного сырья	Размеры кусков (h, см) и время достижения 100 ^{0}С, (Т, мин)											
		h	T	h	T	h	T	h	T	h	T	h	T
1	Говядина (лопаточная часть) (РП)	2	37,6	3	48,9	4	65,2	5	1,5	6	97,8	9	63
2	Компактная кость (РП)	2	29,0	3	43,5	4	58,0	5	2,5	6	87,0	9	45
3	Говядина (лопаточная часть) (ЭД)	2	40,1	3	45,4	4	68,4	5	9,2	6	97,5	9	65
	Компактная кость (поверхность) (ЭД)	44,2											150

В соответствии с полученными данными о выравнивании температуры в кусках мяса и кости различного размера построен график, представленный на рисунке 4.

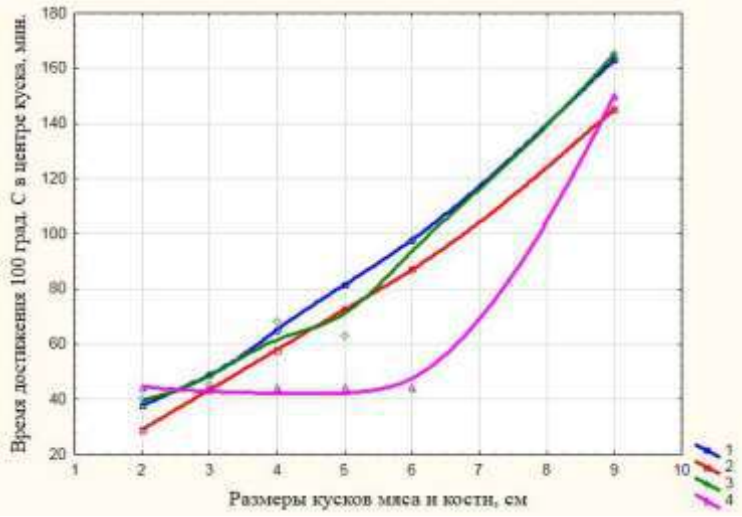


Рис. 4. Время нагрева сырья в центре куска до достижения 100 °С: 1 – говядина, лопаточная часть (РП); 2 – говядина, лопаточная часть (ЭД); 3 – компактная кость (РП); 4 – компактная кость (ЭД)

Исследованиями установлено, что в соответствии с аналитическими исследованиями процессов массопереноса, насыщение кусков мяса теплом происходит за счет молекулярной диффузии с образованием по глубине куска мяса поля концентраций тепла. Вода, являясь одним из наиболее эффективных теплоносителей среди жидкостей, характеризуется относительно медленным нагревом и остыванием, что влияет на стабильность процесса насыщения обрабатываемых кусков теплом. Передача тепла от теплоносителя вглубь обрабатываемого мяса обладает значительной тепловой инерцией, что обеспечивает продолжительную стабильность температурного поля. Вероятно, этим объясняется относительно быстрое насыщение теплом кусков мяса различного размера, что способствует сокращению времени варки бульона при сохранении оптимальной теплопроводности.

Экспериментальные данные показывают, что время достижения температуры 100 °С в центре кусков мяса и кости при нагреве воды (теплоносителя) от начальной температуры 17 °С превышает расчетные значения всего на 3–5%. Это объясняется особенностями реализации процесса нагрева, такими как начальная укладка продукта и его состояние. Однако, в дальнейшем процесс стабилизируется, и экспериментальные данные показывают высокую степень достоверности с расчетными значениями (до 98%). Данное теоретически обоснованное технологическое решение свидетельствует о высокой степени совпадения аналитических и экспериментальных данных, что подтверждает целесообразность сокращения времени варки бульона. Установлено, что уменьшение размеров кусков мяса до 2–3 см способствует сокращению времени кипячения в 5 раз. Это также позволяет минимизировать гидролитическую порчу жира, которая негативно влияет на качество конечного продукта. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садовой В.В., Моргунова А.В., Трубина И.А. Оптимизация технологических процессов в пищевой промышленности на базе искусственного интеллекта:

Монография / Под общ. ред. В.В. Садового. Ставрополь, 2020. 116 с.

2. Белова С. К. Актуальные проблемы обеспечения безопасности продукции в индустрии питания // Профессиональное образование и общество. 2019. № 3(31). С. 77-101.

3. Федоренко В.Д., Мишуров Н.П., Буклагин Д.С. Методы контроля качества и безопасности продуктов животноводства научно-аналитический обзор: Монография / Под общ. ред. В. Ф. Федоренко. Москва, 2018. 176 с.

4. Туниева Е. К., Насонова В. В., Мотовилина А. А. и др. Влияние термической обработки на окисление жиров и белков // Все о мясе. 2022. № 2. С. 10-13. DOI 10.21323/2071-2499-2022-2-10-13.

5. Макарова Н.В., Воронина М.С. Исследование окислительной стабильности животных жиров в разных технологических условиях // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2020. Т. 8. № 2. С. 56-64.

6. Бабурина М.И., Кузнецова Т.Г., Иванкин А.Н. Новый взгляд на получение бульонов из вторичного сырья животного происхождения // Мясная индустрия. 2013. № 3. С. 52-56.

7. Johnson R., Lee H. Thermal Processing of Packaged Broths: Challenges and Solutions //Journal of Food Engineering. 2019. Vol. 25. №.2. P. 112–125.

8. Беляева М. А. Многокритериальная оптимизация процессов тепловой обработки мясных полуфабрикатов при ИК-энергоподводе: Автореф. дис.… доктора техн. наук. Москва, 2009. 50 с.

9. Рудик Ф. Я., Фоменко О. С., Куценкова В. С. и др. Принципы, общая схема и обоснование эффективности теплопередачи при производстве мясных продуктов питания // Вестник ВСГУТУ. 2024. № 2(93). С. 12-18. DOI 10.53980/24131997_2024_2_12.

10. Князева А.Г. Преобразование энергии в процессах теплопередачи. М.: Наука, 2017. 180 с.

11. Smith J., Brown T. Heat and Mass Transfer in Food Processing. New York: Academic Press, 2018. 320 p.

12. Зайцев А.М. Модификация размерностей коэффициентов теплопроводности, температуропроводности и вывод уравнения нестационарной теплопроводности Фурье // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2011. № 1(21). С. 117-126.

13. Смагина М.Н., Смагин Д.А., Смоляк А.А. Влияние изменения теплофизических характеристик материала на процесс нагревания изделий из мясного фарша // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2020. Т. 13. № 4(50). С. 61-69. DOI 10.47612/2073-4794-2020-13-4(50)-61-69.

REFERENCES

1. Sadovoy V.V., Morgunova A.V., Trubina I.A. Optimization of technological processes in the food industry based on artificial intelligence: Monograph. Stavropol, 2020. 116 p. (In Russ.)

2. Belova S.K. Actual problems of product safety assurance in the food industry. Professional Education and Society, 2019; 3(31): 77–101. (In Russ.)

3. Fedorchenko V.D., Mishurov N.P., Buklagin D.S. Methods for quality and safety control of livestock products: scientific and analytical review: Monograph. Moscow, 2018. 176 p. (In Russ.)

4. Tunieva E.K., Nasonova V.V., Motovilina A.A. Effect of heat treatment on lipid and protein oxidation. All About Meat, 2022; 2: 10–13. DOI 10.21323/2071-2499-2022-2-10-13. (In Russ.)

5. Makarova N.V., Voronina M.S. Study of oxidative stability of animal fats under different technological conditions. Bulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnology, 2020; 8(2): 56–64. (In Russ.)

6. Baburina M.I., Kuznetsova T.G., Ivankin A.N. A new approach to the production of broths from secondary animal raw materials. Meat Industry, 2013; 3: 52–56. (In Russ.)

7. Johnson R., Lee H. Thermal Processing of Packaged Broths: Challenges and Solutions //Journal of Food Engineering. 2019. Vol. 25. №.2. P. 112–125.

8. Belyaeva M.A. Multicriteria optimization of heat treatment processes for meat semi-finished products using IR heating. Moscow, 2009. 50 p. (In Russ.)

9. Rudik F.Ya., Fomenko O.S., Kutsenkova V.S. Principles, general scheme and justification of heat transfer efficiency in the production of meat food products. Bulletin of VSUTU, 2024; 2(93): 12–18. DOI 10.53980/24131997_2024_2_12. (In Russ.)

10. Knyazeva A.G. Energy Conversion in Heat Transfer Processes. Moscow, 2017. 180 p. (In Russ.)

11. Smith J., Brown T. Heat and Mass Transfer in Food Processing. New York: Academic Press, 2018. 320 p.

12. Zaitsev A.M. Modification of the dimensions of thermal conductivity and temperature conductivity coefficients and derivation of the unsteady Fourier heat conduction equation. Scientific Bulletin of Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture, 2011; 1(21): 117–126. (In Russ.)

13. Smagin M.N., Smagin D.A., Smolyak A.A. Influence of changes in thermal properties of material on the heating process of meatball products. Food Industry: Science and Technologies, 2020. Vol. 13. 4(50): 61–69. DOI 10.47612/2073-4794-2020-13-4(50)-61-69.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 572.513.11:66.095.8:543.544.2:577.21:637.1 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-184-191

Экспериментальная верификация MLP-предсказаний составов глубоких эвтектических растворителей для извлечения коллагеновых пептидов из костных остатков индейки

Experimental Validation of MLP-Predicted Deep Eutectic Solvent Compositions for the Extraction of Collagen Peptides from Turkey Bone Residues

Аспирант З.А. Одилова (https://orcid.org/0009-0009-4052-3379), заведующий кафедрой С.Н. Шлыков (https://orcid.org/0000-0001-9894-180X), доцент Р.С. Омаров (https://orcid.org/0000-0001-7352-636X),
Ставропольский государственный аграрный университет, кафедра технологии производства и переработки с.-х. продукции, тел. +7 969 054-90-85, shlykovsn@gmail.com

Z.A. Odilova, PhD Student (https://orcid.org/0009-0009-4052-3379); S.N. Shlykov, Head of Department (https://orcid.org/0000-0001-9894-180X); R.S. Omarov, Associate Professor (https://orcid.org/0000-0001-7352-636X),
Stavropol State Agrarian University, Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, tel.: +7 969 054-90-85, shlykovsn@gmail.com

Аннотация. В настоящем исследовании проведена экспериментальная верификация предсказанных составов глубоких эвтектических растворителей (DES) для селективного извлечения коллагеновых пептидов из костного остатка механической обвалки индейки. Коллагеновые гидролизаты низкой молекулярной массы (<10 кДа) обладают высокой пероральной биодоступностью и значимыми физиологическими эффектами, что определяет их востребованность в составе функциональных и нутрицевтических продуктов. Для повышения ресурсной и технологической эффективности экстракции применены DES различных типов: на основе холина хлорида с Lewis-кислотными катионами (Zn^{2+}, Sn^{2+}) и органическими акцепторами водорода (бетаин, глицерин). Предварительный отбор перспективных комбинаций и оптимальных технологических параметров (температура, pH, время, соотношение HBA:HBD) выполнен с использованием моделей многослойных перцептронов (MLP). Экспериментальная часть включала синтез и физико-химическую характеристику DES, серийные экстракции с последующим количественным определением выхода коллагена по гидроксипролину и анализ молекулярно-массового профиля гидролизатов методом SDS-PAGE с денситометрией. Результаты показали высокую согласованность прогнозных и экспериментальных значений выхода коллагена (абсолютное смещение ≤1,8 %, относительная ошибка ≤2,11 %), а также преобладание низкомолекулярных пептидных фракций (<10 кДа, 88,3-92,7 %), с максимальной деполимеризацией при применении DES на основе Zn^{2+} и Sn^{2+}. Модель MLP продемонстрировала высокую точность и пригодность для оптимизации технологических режимов экстракции. Полученные данные подтверждают перспективность использования DES для получения биологически активных коллагеновых пептидов из вторичных сырьевых потоков птицепереработки с возможностью интеграции в функциональные и нутрицевтические продукты. Результаты работы открывают путь для дальнейшей трансляции технологий, включая оценку биодоступности пептидов и цикличность растворителей, соответствующих принципам «зелёной» химии и пищевой безопасности.

Abstract. This study presents the experimental validation of predicted compositions of deep eutectic solvents (DES) for the selective extraction of collagen peptides from turkey mechanical deboning bone residues. Low-molecular-weight collagen hydrolysates (<10 kDa) exhibit high oral bioavailability and significant physiological effects, making them highly relevant for incorporation into functional and nutraceutical products. To enhance the resource and process efficiency of collagen extraction, various types of DES were employed, including choline chloride-based systems with Lewis acid cations (Zn^{2+}, Sn^{2+}) and organic hydrogen bond acceptors (betaine, glycerol). Preliminary selection of promising solvent combinations

© З.А. Одилова, С.Н. Шлыков, Р.С. Омаров, 2026

and optimization of technological parameters (temperature, pH, time, HBA:HBD ratio) was performed using multilayer perceptron (MLP) modeling. The experimental workflow included the synthesis and physicochemical characterization of DES, serial extractions, quantitative determination of collagen yield via hydroxyproline assay, and molecular weight profiling of hydrolysates using SDS-PAGE with densitometric analysis. The results demonstrated high agreement between predicted and experimental collagen yields (absolute deviation ≤1.8%, relative error ≤2.11%), with a predominance of low-molecular-weight peptide fractions (<10 kDa, 88.3-92.7%). Maximum depolymerization was observed in DES containing Zn^{2+} and Sn^{2+}. The MLP model exhibited high predictive accuracy and suitability for optimizing extraction process parameters. These findings highlight the potential of DES for obtaining biologically active collagen peptides from secondary poultry processing streams, with prospects for integration into functional and nutraceutical applications. The study provides a foundation for further technology translation, including peptide bioavailability assessment and solvent recyclability, in accordance with principles of green chemistry and food safety.

Ключевые слова: коллаген, глубокие эвтектические растворители, гидролизаты, пептиды, экстракция, SDS-PAGE, MLP-моделирование, функциональное питание.

Keywords: collagen, deep eutectic solvents, hydrolysates, peptides, extraction, SDS-PAGE, MLP modeling, functional nutrition.

Коллаген является ключевым структурным белком соединительной ткани животных и занимает центральное место в развитии нутрицевтики и технологий функционального питания. Наибольший научный и прикладной интерес представляют низкомолекулярные гидролизаты коллагена (коллагеновые пептиды), поскольку они обладают повышенной пероральной биодоступностью и доказанными физиологическими эффектами, что определяет их востребованность в составе пищевых и нутрицевтических продуктов [1]. В то время как основная масса исследований сосредоточена на извлечении коллагена из кожи и шкуры животных, костные остатки птицы, в частности побочный продукт механической обвалки индейки, являются перспективным и в недостаточной степени изученным источником коллагена, позволяющим получать биоактивные фракции размером 2-4 кДа [2]. Технология выделения коллагена из минерализованной костной матрицы сопряжена с рядом задач: требуется разрушение гидроксиапатитного каркаса при одновременном сохранении нативных структурных характеристик белка, минимизации денатурации и удержании биологически значимых пептидных последовательностей. Традиционные кислотно-щелочные и органические методы, несмотря на широкое применение, характеризуются существенными экологическими и энергетическими издержками, высокой степенью повреждения полипептидных цепей и образованием трудноутилизируемых стоков [3]. В условиях актуализации принципов «зелёной» химии и циркулярной экономики возрастающий интерес привлекают глубокие эвтектические растворители (DES) и их натуральные аналоги (NADES), обеспечивающие селективную солюбилизацию белковых матриц в мягких технологических режимах, сокращение водопотребления и возможность многоцикловой регенерации растворителя [4]. Дополнительным преимуществом NADES является формирование составов на основе GRAS-компонентов (холин, бетаин, сахара и органические кислоты), что облегчает интеграцию получаемых ингредиентов в пищевые и нутрицевтические продукты [5]. Публикуемые данные также свидетельствуют о синергетическом эффекте сочетания DES с физико-механическими методами интенсификации, включая ультразвуковую и микроволновую обработку, что значительно повышает выход низкомолекулярных пептидов из вторичных потоков сырья птицепереработки [6]. Учитывая многообещающие свойства DES и потребность в освоении новых ресурсно-эффективных источников коллагена, актуальной научной задачей является разработка и экспериментальная оценка экстракционных систем на основе DES, включая их предварительный отбор с применением методов машинного обучения. В этой связи целью настоящего исследования является экспериментальная

верификация предсказанных составов DES для селективного извлечения коллагеновых пептидов из костного остатка механической обвалки индейки [7, 8]. Для достижения цели сформулированы задачи по синтезу и физико-химической характеристике DES, оптимизации условий экстракции, оценке выхода и молекулярно-массового профиля полученных пептидов (с акцентом на фракцию 2-4 кДа), а также исследованию возможности рециклинга растворителя и соответствия NADES требованиям пищевой безопасности [9, 10]. В качестве сырья использовались костные остатки после механической обвалки грудных каркасов индейки. Обезжиривание проводилось трёхкратной обработкой гексаном (1:10, 4 ч, 20 °C) с последующей промывкой до pH 6,8-7,2 и лиофильной сушкой (−55 °C, 0,05 мбар, 96 ч). Декальцинация осуществлялась в 0,50 М ЭДТА (1:20, 4 °C, 48 ч). Полнота удаления минералов контролировалась реакцией с оксалатом аммония. Глубокие эвтектические растворители синтезировались по стандартной методике; влагосодержание определялось кулонометрическим титрованием. Компоненты с влажностью >0,10 % сушились в вакууме до достижения ≤0,10 %. Экстракция проводилась при массовом соотношении сырьё:DES = 1:15 в термостатируемом реакторе (300 об/мин). Полученные смеси центрифугировали (8000 g, 15 мин), а коллаген осаждался последовательным добавлением NaCl (2,5 М) и этанола (1:3) с выдержкой при 4 °C. Осадок выделяли центрифугированием (10 000 g). Очистка осуществлялась диализом против 0,02 М уксусной кислоты (MWCO 12–14 кДа, 72 ч, 4 °C) с последующей лиофильной сушкой (−55 °C, 0,05 мбар, 96 ч). Выход рассчитывался гравиметрически. Содержание коллагена определялось по гидроксипролину после кислотного гидролиза (6 М HCl, 110 °C, 18 ч) с использованием хлорамин-Т-метода (ISO 3496:1994). Молекулярно-массовое распределение анализировалось методом SDS-PAGE на 12 % гелях с последующим окрашиванием Coomassie R-250 и денситометрией (ImageJ).

Результаты представлены как среднее ± SD; статистическая обработка выполнялась парным t-критерием Стьюдента при $p < 0,05$ с применением Statistica 13.3. Экспериментальная часть исследования была направлена на оценку эффективности предварительно предсказанных составов глубоких эвтектических растворителей (DES) для селективного извлечения низкомолекулярных коллагеновых пептидов из костного остатка механической обвалки индейки (КОМПОИ). Модельное прогнозирование, выполненное с использованием MLP-нейросетевой архитектуры, позволило идентифицировать перспективные комбинации доноров и акцепторов водородных связей, а также диапазоны технологических параметров, требующие экспериментальной валидации. Экспериментальная схема была разработана в соответствии с требованиями биотехнологической воспроизводимости и включала контроль межпартионной вариабельности сырья, стандартизированную подготовку DES, проведение серий экстракций при фиксированных условиях, количественное определение выхода коллагена по гидроксипролину и последующую статистическую оценку согласованности модельных и экспериментальных данных. Такой подход обеспечил всестороннюю проверку адекватности предиктивной модели и позволил определить её применимость для инженерного проектирования процессов извлечения белковых фракций из вторичного сырья птицепереработки.

Эксперименты выполнялись в трёх биологических повторностях с использованием независимых производственных партий КОМПОИ от ООО «Агро-Плюс Индеаль»:

- партия № 25-10/ИНД-42;
- партия № 25-11/ИНД-19;
- партия № 25-12/ИНД-07.

Такое построение эксперимента позволяло учесть естественную вариабельность химического состава сырья, которая для исследуемых партий составила: влажность



56,9-58,7 %, жир 18,4-20,1 %, белок 12,3-13,0 %. В каждой биоповторности выполнялись три параллельных аналитических определения (n = 9), что обеспечивало статистически корректную оценку средних значений и дисперсий. Предсказанные моделью системы включали:

1. холина хлорид – $ZnCl_2$ (1:1,7);
2. холина хлорид – $SnCl_2$ (1:1,6);
3. холина хлорид – бетаин (1:2,0);
4. холина хлорид – глицерин (1:2,0).

Синтез осуществлялся методом прямого смешения компонентов при 80 °C до получения однородной прозрачной жидкости. В каждой системе определялись:

- температура плавления (DSC);
- влагосодержание (КФМС);
- вязкость (Brookfield DV2T);
- стабильность при хранении в течение 14 суток при 25 °C.

DES с отклонениями параметров от расчётных >5 % исключались из дальнейшего использования. Условия экстракции (температура, pH, время, молярное соотношение HBA:HBD) строго соответствовали параметрам, предсказанным MLP-моделью. Смесь сырья и DES (1:10, m/v) инкубировалась в термостате с мягким перемешиванием (120 rpm). После завершения процесса раствор отделялся центрифугированием (6000 g, 20 мин), а содержание коллагена определялся спектрофотометрическим методом по гидроксипролину (ISO 3496:1994).

Таблица 1

Сравнение предсказанного и экспериментального выхода коллагена при экстракции в DES (n = 9)

№	Состав DES (молярное соотношение)	T, °C	pH	Время, ч	Прогноз модели, %	Эксперимент, % (Mean ± SD)	CV, %	95% ДИ среднего	Смещение (Δ), %	Отн. ошибка, %
1	Холина хлорид – $ZnCl_2$ (1:1,7)	40	5.0	8	86.4	84.8 ± 2.1	2.48	83.2 – 86.4	–1.6	–1.85
2	Холина хлорид – $SnCl_2$ (1:1,6)	40	5.1	8	85.1	83.3 ± 2.0	2.40	81.8 – 84.8	–1.8	–2.11
3	Холина хлорид – бетаин (1:2,0)	35	6.1	6	83.8	82.5 ± 2.4	2.91	80.6 – 84.4	–1.3	–1.55
4	Холина хлорид – глицерин (1:2,0)	42	6.7	10	78.2	77.4 ± 2.8	3.62	75.2 – 79.6	–0.8	–1.02

Анализ данных таблицы 1 показал высокую степень согласованности между предсказанными моделью и экспериментально определёнными величинами выхода коллагена для всех исследованных систем глубоких эвтектических растворителей (DES). Абсолютное смещение (Δ) во всех случаях не превышало 1.8 %, а относительная ошибка не превышала 2.11 %, что существенно ниже принятого порогового значения технологической погрешности для экстракционных процессов (≤5 %). Значения коэффициента вариации (CV = 2.40-3.62 %) подтверждают удовлетворительную

воспроизводимость результатов при трёхкратном биологическом повторении.

Наибольшие отклонения зарегистрированы для DES на основе Lewis-кислот Zn^{2+} и Sn^{2+} (−1.6 % и −1.8 % соответственно). Однако эти расхождения остаются минимальными и не оказывают значимого влияния на общую закономерность. Системы, сформированные на основе бетаина и глицерина, характеризовались меньшими отклонениями (−1.3 % и −0.8 %), что свидетельствует об их стабильности в условиях мягкой экстракции и сниженной чувствительности к вариациям параметров среды. Полученные результаты подтверждают корректность предиктивной модели и её способность надёжно прогнозировать эффективность извлечения коллагеновых пептидов в DES различной природы. Модель может рассматриваться как адекватная и применимая для инженерного проектирования и оптимизации технологических режимов. Дополнительная оценка методом Блэнда-Альтмана показала, что все точки распределения расположены в пределах 95-процентного интервала согласия (±1.96 SD). Средняя разница (−1.8 %) не указывает на наличие систематического смещения. Таким образом, модель демонстрирует высокую степень согласованности с экспериментальными данными и может считаться прошедшей валидацию.

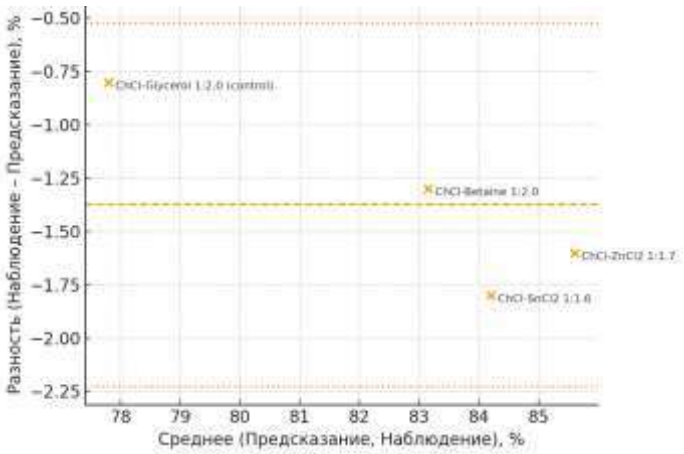


Рис. 1. График Блэнда-Альтмана

Полученные результаты подтверждают адекватность построенной MLP-модели и её способность точно прогнозировать выход коллагена при использовании DES различной природы. Наиболее высокая эффективность наблюдалась для систем, содержащих Lewis-кислотные катионы Zn^{2+} и Sn^{2+}, что согласуется с предположениями о координационном взаимодействии металл-ионов с карбоксильными группами коллагена и облегчённым нарушением кальций-фосфатной структуры костной матрицы. DES, сформированные на основе бетаина и глицерина, характеризовались меньшей реакционной способностью, однако демонстрировали высокую воспроизводимость и технологическую стабильность, что делает их перспективными для применения в пищевых и нутрицевтических технологиях. Для оценки степени гидролиза и подтверждения формирования преимущественно низкомолекулярных пептидов был проведён электрофоретический анализ в условиях SDS-PAGE, адаптированный для разделения коротких пептидных фрагментов. Проведённое исследование позволило сопоставить глубину расщепления коллагена в различных DES и количественно определить долю фракций, удовлетворяющих требованиям пищевого регламента к коллагеновым пептидам (ТР ТС 021/2011; ГОСТ Р 57498–2017: ≥85 % <10 кДа). Разделение осуществлялось на вертикальной системе Mini-PROTEAN Tetra Cell (Bio-Rad, США) с использованием 12-% разделяющего и 4-% концентрирующего полиакриламидных

гелей. На каждую дорожку вносилось 15 мкг белка. Электрофорез проводился при постоянном токе 15 мА в течение 90 мин. Окрашивание выполнялось 0,1-% раствором Coomassie Brilliant Blue R-250, обесцвечивание – 10-% уксусной кислотой. Фиксация изображений осуществлялась на системе Gel Doc™ XR+ (Bio-Rad), количественный денситометрический анализ – в программе ImageJ 1.54f.

Таблица 2

Характеристика молекулярных фракций гидролизатов (денситометрия, n = 3)

№	DES состав	<3 кДа, %	3-10 кДа, %	>10 кДа, %	<10 кДа, %	Индекс глубины гидролиза (ИГГ)	Примечание
1	ChCl–$ZnCl_2$ (1:1,7)	68,4 ± 3,1	24,2 ± 2,4	7,4 ± 0,8	92,6 ± 2,1	2,83	максимальная фрагментация
2	ChCl–$SnCl_2$ (1:1,6)	65,9 ± 2,8	26,8 ± 2,1	7,3 ± 0,9	92,7 ± 2,0	2,46	сходно с Zn^{2+}-системой
3	ChCl–бетаин (1:2,0)	61,2 ± 3,4	30,5 ± 2,7	8,3 ± 1,0	91,7 ± 2,4	2,01	умеренно глубокий гидролиз
4	ChCl–глицерин (1:2,0, контроль)	52,6 ± 4,1	35,7 ± 3,3	11,7 ± 1,5	88,3 ± 2,8	1,47	наименее интенсивный гидролиз

На электрофореграммах всех исследованных гидролизатов основная зона окрашивания локализована в области ниже 10 кДа, что свидетельствует о высокой степени деполимеризации коллагена. Металлосодержащие DES формируют наиболее выраженное накопление коротких пептидных фракций, практически полностью подавляя образование компонентов средней молекулярной массы. В системах на основе бетаина и глицерина низкомолекулярная зона также доминирует, однако сохраняются слабые полосы в диапазоне 10-20 кДа, что указывает на частичную сохранность более крупных пептидных остатков. Характерные высокомолекулярные α-, β- и γ-цепи коллагена (>100 кДа) отсутствуют во всех образцах, что подтверждает почти полный распад исходного белка под действием исследованных систем. Данные денситометрического анализа показывают, что применение металлосодержащих DES (Zn^{2+} и Sn^{2+}) приводит к максимальному накоплению ультракоротких фрагментов (<3 кДа), что согласуется с наибольшими значениями индекса глубины гидролиза (ИГГ = 2,83 и 2,46 соответственно). Это указывает на более выраженную деполимеризацию коллагена при участии Lewis-кислот. DES на основе бетаина формирует промежуточный профиль расщепления (ИГГ = 2,01), тогда как система с глицерином характеризуется минимальной глубиной гидролиза и наибольшей долей фракций >10 кДа (11,7 %).

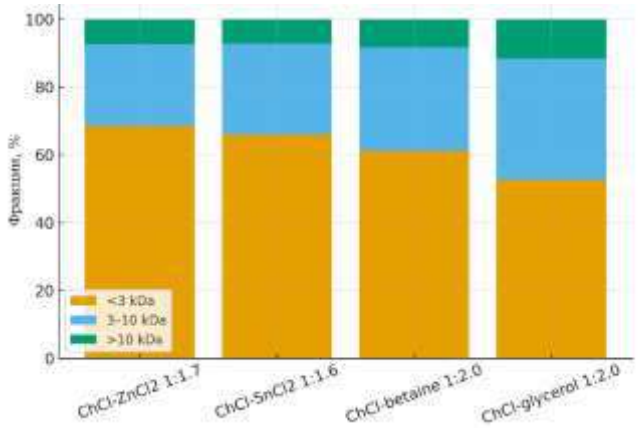


Рис. 2. Распределение пептидных фракций по молекулярной массе в коллагеновых гидролизатах, полученных в различных DES-системах.

Анализ распределения пептидных фракций по молекулярной массе показал, что во всех исследованных гидролизатах преобладают низкомолекулярные пептиды (<10 кДа), доля которых составляет 88,3-92,7 %. Максимальное содержание фракции <3 кДа отмечено в системе ChCl-$ZnCl_2$ (1:1,7) – 68,4 ± 3,1 %, что свидетельствует о наиболее глубоком протеолитическом расщеплении; сопоставимое значение получено для ChCl-$SnCl_2$ (1:1,6) – 65,9 ± 2,8 %. В средах на основе органических акцепторов водорода (ChCl-бетаин и ChCl-глицерин) интенсивность расщепления ниже: содержание фракции <3 кДа снижается до 61,2 ± 3,4 % и 52,6 ± 4,1 % соответственно, а доля пептидов 3-10 кДа и >10 кДа возрастает. Проведённая верификация показала высокую адекватность построенной MLP-модели: экспериментальные значения выхода коллагена совпадали с прогнозом в пределах абсолютного смещения ≤1.8% и относительной ошибки ≤2.11%, а анализ Блэнда-Альтмана не выявил систематического смещения. Все исследованные DES обеспечивали высокий выход низкомолекулярных фракций (<10 кДа – 88.3-92.7%), при этом металлосодержащие системы ChCl-$ZnCl_2$ и ChCl-$SnCl_2$ давали максимальную деполимеризацию (фракция <3 кДа ≈66-68%). Природа растворителя определяет глубину гидролиза: Lewis-кислотные DES стимулируют более глубокое расщепление (ИГГ 2.46-2.83), тогда как системы на бетаине и глицерине формируют более щадящий профиль и выгодны с точки зрения использования компонентов GRAS. Дизайн эксперимента (три биологических повторности, по три аналитических измерения) и низкие коэффициенты вариации (2.4-3.6%) подтверждают воспроизводимость методики. Ограничениями работы являются применение преимущественно SDS-PAGE/денситометрии без детальной LC-MS/MS-идентификации пептидов, а также отсутствие данных о рециклинге DES и остаточном содержании компонентов в продукте. Для практической трансляции рекомендуется провести LC-MS/MS-характеризацию, оценку биологической активности и биодоступности фракций, а также изучение цикличности и очистки растворителей с учётом регуляторных требований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Iwai K, Hasegawa T, Taguchi Y, et al. Identification of food-derived collagen peptides in human blood after oral ingestion of gelatin hydrolysates. J Agric Food Chem. 2005;53(16):6531–6536. doi: 10.1021/jf050206p.

2. Du L, et al. Comparison of collagen yield from turkey tendons, feet and skin. Poult Sci. 2021;100(6):101098.

3. Abbott AP, Capper G, Davies DL, Rasheed RK, Tambyrajah V. Novel solvent properties of choline chloride/urea mixtures. Chem Commun. 2003;(1):70–71. doi: 10.1039/b210714g.

4. Esquivel-Peña M, et al. Deep eutectic solvents for protein extraction: mechanisms, performance, and green metrics. J Mol Liq. 2025;416:125813.

5. Bhowmik P, et al. Impact of a novel two-phase natural deep eutectic solvent-assisted extraction on the structural, functional, and flavor properties of hemp protein isolates. Plants. 2025;14(2):274.

6. Kudłak B, et al. Application of deep eutectic solvents in protein extraction and purification. Front Chem. 2022;10:912411. doi: 10.3389/fchem.2022.912411.

7. Choi YH, et al. Are natural deep eutectic solvents the missing link in understanding cellular metabolism and physiology? Plant Physiol. 2011;156(4):1701–1705. doi: 10.1104/pp.111.178426.

8. Heliyon Editorial Board. Deep eutectic solvents: Preparation, properties, and food applications. Heliyon. 2024;10(7):e04815.

9. Bai C, Wei Q, Ren X. Selective extraction of collagen peptides with high purity from cod skins by deep eutectic solvents. ACS Sustain Chem Eng. 2017;5(6):5476–5484. doi: 10.1021/acssuschemeng.7b01439.

10. Ling J, et al. Formulation of choline chloride/ascorbic acid natural deep eutectic solvent: characterization, solubilization capacity and antioxidant property. LWT. 2020;133:110096. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110096.

REFERENTS

1. Iwai K, Hasegawa T, Taguchi Y, et al. Identification of food-derived collagen peptides in human blood after oral ingestion of gelatin hydrolysates. J Agric Food Chem. 2005;53(16):6531–6536. doi: 10.1021/jf050206p.

2. Du L, et al. Comparison of collagen yield from turkey tendons, feet and skin. Poult Sci. 2021;100(6):101098.

3. Abbott AP, Capper G, Davies DL, Rasheed RK, Tambyrajah V. Novel solvent properties of choline chloride/urea mixtures. Chem Commun. 2003;(1):70–71. doi: 10.1039/b210714g.

4. Esquivel-Peña M, et al. Deep eutectic solvents for protein extraction: mechanisms, performance, and green metrics. J Mol Liq. 2025;416:125813.

5. Bhowmik P, et al. Impact of a novel two-phase natural deep eutectic solvent-assisted extraction on the structural, functional, and flavor properties of hemp protein isolates. Plants. 2025;14(2):274.

6. Kudłak B, et al. Application of deep eutectic solvents in protein extraction and purification. Front Chem. 2022;10:912411. doi: 10.3389/fchem.2022.912411.

7. Choi YH, et al. Are natural deep eutectic solvents the missing link in understanding cellular metabolism and physiology? Plant Physiol. 2011;156(4):1701–1705. doi: 10.1104/pp.111.178426.

8. Heliyon Editorial Board. Deep eutectic solvents: Preparation, properties, and food applications. Heliyon. 2024;10(7):e04815.

9. Bai C, Wei Q, Ren X. Selective extraction of collagen peptides with high purity from cod skins by deep eutectic solvents. ACS Sustain Chem Eng. 2017;5(6):5476–5484. doi: 10.1021/acssuschemeng.7b01439.

10. Ling J, et al. Formulation of choline chloride/ascorbic acid natural deep eutectic solvent: characterization, solubilization capacity and antioxidant property. LWT. 2020;133:110096. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110096.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 637.523.2 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-192-196

Разработка технологии производства сарделек

Development of technology for the production of sausages

Доцент О.С. Кустова, студент И.Ф. Назаров, студент А. С.Нестеренко,
Донской государственный аграрный университет, кафедра пищевых технологий и товароведения, тел: 8-951-490-65-58, voitenko.olya@mail.ru

Associate Professor O.S. Kustova, student I.F. Nazarov, student A.S.Nesterenko,
Don State Agrarian University, Department of Food Technology and Commodity Science, tel: 8-951-490-65-58, voitenko.olya@mail.ru

Аннотация: В статье представлены результаты разработки способа и технологии производства сарделек функционального назначения с введением муки семян Salvia Hispanica и Nigella sativa. В производстве сарделек используется мясо говядины, свинины и птицы. В качестве добавок применяют низин (Е234) и натамицин (Е235). Это природного происхождения антибиотики, которые получают в результате ферментации бактерий. Добавки метабисульфит натрия и сульфит натрия, способствуют предотвращению роста патогенных бактерий и порчи продукта.

Разработку сарделек с мукой семян Salvia Hispanica и Nigella sativa проводили на кафедре пищевых технологий ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в 2025 году. Семена Salvia Hispanica имеют повышенную водосвязывающую способность, высокую способность набухания, способны заменить белково-жировую эмульсию. Семена Nigella sativa содержат большое количество жиров, углеводов, пищевых волокон, белков, на 68 % состоят из омега-3 жирных кислот. В результате проведенных исследований разработали технологию производства сарделек с применением муки семян Нигеллы (Nigella sativa) и семян шалфея испанского (Salvia Hispanica), которая позволит не только повысить органолептические свойства, пищевую и биологическую ценность сарделек, хранимоспособность продукта, нормализовать жировой обмен организма, но и увеличить выработку мясопродуктов, а также расширить ассортимент готовой продукции.

Abstract: This article presents the results of the development of technology for the production of sausages, which were carried out in 2025 at Aromadon LLC, Rostov Region, and at the Department of Food Technology at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Donskoy State Agrarian University. The method of production of sausages according to the results of research by V. S. Geut and S. N. Selivanova has functional properties, such as it increases the biological value of the finished product, but it contains phosphates, which are known to accumulate in the blood and blood vessels, leach calcium from bones, disrupt muscle function, liver, metabolism, this leads to severe poisoning, being absorbed by the body by almost 100%. Therefore, the purpose of our work was to develop a technology for the production of sausages. Our technology was developed with the addition of flour from Salvia Hispanica and Nigella sativa seeds, which were conducted at the Department of Food Technology of the Don State Agrarian University in 2025. Salvia Hispanica seeds were chosen because they have increased water binding capacity, high swelling capacity, and are able to replace protein-fat emulsion. Nigella sativa seeds were chosen because they contain a large amount of fats, carbohydrates, dietary fiber, proteins, and consist of 68% omega-3 fatty acids. Having a peppery taste, with the same sharpness as black pepper, they do not irritate the mucous membrane of the stomach and intestines, being a powerful antioxidant that causes inhibition of oxidative rancidity, increases the storage capacity of the product, increases organoleptic properties. It has immunostimulating and adaptogenic properties, prevents neoplasms and cardiovascular diseases. As a result of the research, a technology for the production of sausages using Nigella sativa seed flour and Spanish sage seeds (Salvia Hispanica) has been developed, which will not only improve the organoleptic properties, nutritional and biological value of sausages, product storage capacity, normalize body fat metabolism, but also increase the production of meat products, as well as expand the range of finished products.

Ключевые слова: технология, производство, сардельки, мука семян Salvia Hispanica и Nigella sativa.

Keywords: technology, production, sausages, flour of Salvia Hispanica and Nigella sativa seeds.

© О.С. Кустова, И.Ф. Назаров, А. С. Нестеренко, 2026



В производстве сарделек используется мясо говядины, свинины и птицы. По термическому состоянию мясо может быть парным, остывшим, охлаждённым и замороженным. Замороженное мясо может быть использовано только один раз, не допускается использование мяса с пороками, которое приводит к изменению цвета, консистенции, появлению нехарактерного запаха. консерванты — добавки, которые продлевают срок хранения. В качестве добавок применяют низин (Е234) и натамицин (Е235). Это природного происхождения антибиотики, которые получают в результате ферментации бактерий. А также применяют молочную кислоту (Е270), которую получают в результате брожения жидкостей, пищевой консервант сорбат калия (Е202), продлевающий срок хранения и предотвращающий рост плесени и дрожжей, аскорбиновую кислоту, которая является антиоксидантом, а также продлевает срок годности продукта за счёт замедления прогоркания жира и изменения цвета, вызванного воздействием кислорода воздуха. Добавки метабисульфит натрия и сульфит натрия, способствуют предотвращению роста патогенных бактерий и порчи продукта. Все эти консерванты безопасны для человека, если на производстве соблюдаются нормы и требования, которые регламентируют количество этих добавок в продукте, но не безвредны, особенно при накапливании в организме человека в результате длительного употребления.

По результатам исследований В. С. Геута и С. Н. Селиванова способ производства сарделек предусматривает использование мясного сырья в составе продукта, шпика, вспомогательного сырья: специй и пряностей, а также фосфатосодержащей добавки и нитрита натрия. Данный способ, по данным авторов, обладает функциональными свойствами: повышает биологическую ценность готового продукта [4,7]. Однако способ содержит фосфаты, которые как известно способны накапливаться в крови и сосудах, стенки сосудов и сердца кальцифицируются, фосфаты высвобождаются и поэтому вымывают из костей кальций, нарушают работу мышц, печени, обмен веществ, это приводит к тяжелому отравлению, поглощаясь организмом почти на 100 % [3].

По данным ученых Е.П. Корненой, М.В. Ксенз, В.Г. Лобанова, Е.В. Мартовщук, И.Г. Михайлова, Е.А. Фроловой способ производства вареной колбасы предполагает применение мясного сырья, специй, а также подсолнечного жмыха [7,8,9]. Как известно, подсолнечный жмых обладает высокими гигроскопическими свойствами, поэтому нужно создавать особые условия для его хранения, поддерживая влажность на уровне 12 %, иначе он начинает гнить и приобретает горький вкус, а из-за окисления масла не подлежит длительному хранению. А также жмых содержит малое количество клетчатки, это объясняется тем, что при измельчении семян, оболочки сами по себе отсеются. Данный способ обеспечивает низкую биологическую и пищевую ценность, малый срок хранения [2,5,6,10].

Цель работы разработать технологию производства сарделек с мукой семян Salvia Hispanica и Nigella sativa. Разработку технологии производства сарделек осуществляли введением муки семян Salvia Hispanica и Nigella sativa.

Семена Salvia Hispanica - семена шалфея испанского имеют повышенную водосвязывающую способность, высокую способность набухания, способны заменить белково-жировую эмульсию, повышают стабильность фарша, увеличивают количество пищевых волокон. Содержат полноценный белок 20%, жир, который состоит на 68% из Омега-6 полиненасыщенной жирной кислоты; витамины: Е, А, В1, В2, С, D, РР, богатый состав значительно повысит пищевую и биологическую ценность сарделек. Nigella sativa - это мелкие овальные зернышки коричневого, белого или серого цвета. Содержат большое количество жиров, углеводов, пищевых волокон, белков. Суточная норма составляет 7 грамм. На 68 % состоят из омега-3 жирных кислот. Семена обладают мускатным запахом и перечным вкусом, при такой же остроте как у черного перца, они не раздражают слизистую оболочку желудка и

кишечника. Являются мощным антиокислителем, который вызывает торможение окислительного прогоркания, увеличивает хранимоспособность продукта, повышает органолептические свойства. Обладает иммуностимулирующими и адаптогенными свойствами, предотвращает новообразования и сердечно-сосудистые заболевания, способствует поддержанию восстановительных процессов в эпителии кожи и слизистых и обеспечивает образование зрительного пигмента родопсина. Чтобы получить максимальную питательную ценность семена измельчают, получая муку.

Данные состава сарделек при следующем соотношении исходных компонентов масс, % приведены в таблице 1.

Таблица 1

Состав сарделек

Исходные компоненты	Количество, масс, %
Свинина жилованная жирная	44
Говядина жилованная высшего сорта	31
Мука семян Нигеллы (Nigella sativa)	0,525
Мука семян шалфея испанского (Salvia Hispanica)	1,8
Соль поваренная	2,2
Чеснок свежий измельченный	0,8
Лук свежий измельченный	3,7
Вода холодная /лед	15,975

Технологию производства сарделек выполняли следующим образом: говядину жилованную высшего сорта, а также свинину жилованную жирную измельчали на куттере, затем в вакуумном куттере, потом добавляли заранее измельченный чеснок, соль поваренную, лук, перец черный молотый, муку семян Salvia Hispanica и Nigella sativa, холодную воду. Полученный фарш осаждали в течении 4 часов и этой смесью слабо наполняли натуральную оболочку, перевязывая ниткой и формируя сардельки. Затем подвешивали их на металлические рамы, производили осадку в течение 2 часов при t = 8°С. Затем сардельки подвергали варке при t 60°С в течение 40 минут, охлаждали душем в течение 2 минут, упаковывали и отправляли в камеру охлаждения при температуре 6°С до температуры в центре батона не ниже 0°С и не выше 13°С.

Таким образом, применение муки семян Нигеллы (Nigella sativa) и семян шалфея испанского (Salvia Hispanica) в производстве сарделек позволит не только повысить органолептические свойства, пищевую и биологическую ценность сарделек, хранимоспособность продукта, нормализовать жировой обмен организма, но и увеличить выработку мясопродуктов, а также расширить ассортимент готовой продукции.

По данной статье представлено только технология, а вывод многозначный, без предоставления данной информации в статье.

Просим в данной статье предоставить исследовательскую информацию по функциональности доказывающую данное утверждение(выделено красным).

В результате проведенных исследований, готовый продукт состоял из гомогенной тщательно перемешанной массы, цвет фарша был серый, запах и вкус очень приятные, свойственны данному продукту, без посторонних вкуса и запаха. Готовый продукт функционального назначения был с нежной консистенцией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быреева К.Е. Стабилизация шпика различных фаршевых системах [Текст]

/К.Е.Быреева//Все о мясе. -2018.-№1.-С 20-21.

2. Войтенко О.С., Изменение органолептических показателей мясного изделия при использовании фитобиотика/ Войтенко О.С., Войтенко Л.Г. //В сборнике: Инновационные технологии пищевых производств. Материалы всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 11-14.

3. Войтенко О.С., Способ производства запечённой колбасы/Войтенко О.С., Войтенко Л.Г.//В сборнике: Инновационные технологии пищевых производств. Материалы всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 14-17.

4. Войтенко О.С., Способ шприцевания запеченной свинины/Войтенко О.С., Садольский О.В.//В сборнике: Инновационные технологии пищевых производств. материалы международной научно-практической конференции. Редакционная коллегия: А.И. Клименко - председатель; А.А. Громаков; П.В. Скрипин; О.Г. Комкова; С.В. Подгорская. 2016. С. 122-126.

5. Войтенко О.С., Влияние фитобиотика на качество мясного продукта функционального назначения/Войтенко О.С., Войтенко Л.Г., Скворцов М.В., Гашко К.А.//В сборнике: Актуальные направления инновационного развития животноводства и современные технологии производства продуктов питания. материалы международной научно-практической конференции. 2016. С. 135-138..

6. Гнидин С.С., Гнидина Ю.С., Войтенко О.С., Войтенко Л.Г. Интер-Медикал. 2014. № 3. С. 127.

7. Кравченко В. Производство мяса в россии: динамика положительная/Кравченко В.//Животноводство России. 2020. № S2. С. 2-4.

8.Кустова О.С. Разработка технологии производства ветчины функционального назначения/ Кустова О.С.// Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2022. № 2. С. 125-129.

9.Кустова О.С. Применение гвоздики в разработке мясного салата с минимальной термической обработкой /Кустова О.С. // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2022. № 2. С. 66-69.

10.Шейко И. Получаем мясо и сало высокого качества/Шейко И., Шейко Р.//Животноводство России. 2020. № S1. С. 27-29.

REFERENCES

1. Byreeva K.E. Stabilization of bacon in various stuffing systems [Text] /K.E.Byreeva//All about meat. -2018.-No. 1.-From 20-21.

2. Voitenko O.S., Changes in organoleptic parameters of meat products when using phytobiotics/ Voitenko O.S., Voitenko L.G. //In the collection: Innovative technologies of food production. Materials of the All-Russian scientific and practical conference. 2017. pp. 11-14.

3. Voitenko O.S., Method of production of baked sausage/Voitenko O.S., Voitenko L.G.//In the collection: Innovative technologies of food production. Materials of the All-Russian scientific and practical conference. 2017. pp. 14-17.

4. Voitenko O.S., Method of syringing baked pork/Voitenko O.S., Sadolsky O.V.//In the collection: Innovative technologies of food production. materials of the international scientific and practical conference. Editorial board: A.I. Klimenko - Chairman; A.A. Gromakov; P.V. Skripin; O.G. Komkova; S.V. Podgorskaya. 2016. pp. 122-126.

5. Voitenko O.S., The effect of phytobiotics on the quality of a functional meat product/Voitenko O.S., Voitenko L.G., Skvortsov M.V., Gashko K.A.//In the collection: Current directions of innovative development of animal husbandry and modern technologies of food production. materials of the international scientific and practical conference. 2016. pp. 135-138..

6. Gnidin S.S., Gnidina Y.S., Voitenko O.S., Voitenko L.G. Inter-Medical. 2014. № 3. S. 127.

7. Kravchenko V. Meat production in Russia: positive dynamics/Kravchenko V.//Animal husbandry of Russia. 2020. No. S2. pp. 2-4.

8.Kustova O.S. Development of technology for the production of functional ham / Kustova O.S.// Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products. 2022. No. 2. pp. 125-129.

9.Kustova O.S. The use of cloves in the development of meat salad with minimal heat treatment /Kustova O.S. // Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products. 2022. No. 2. pp. 66-69.

10.Sheiko I. We get high-quality meat and fat/Sheiko I., Sheiko R.//Animal husbandry of Russia. 2020. No. S1. pp. 27-29.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026



УДК 664.87.004.4.012.7:538.911 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-197-1205

Сравнительная характеристика нового продукта и существующих на рынке аналогов клетчатки

Comparative characteristics of the new product and existing fiber analogues on the market

Директор Л.В. Донченко, доцент И.В. Соболь, зав. лабораторией М.В. Лукьяненко, зам. директора Е.Н. Чеботарева, ведущий специалист Е.Ю. Устюгова, ведущий специалист Е.Р. Подплетенная
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, тел. 8-861-221-66-16, niibiotechn@mail.ru

Director L.V. Donchenko, Associate Professor I.V. Sobol, Laboratory M.V. Lukyanenko, Deputy Director E.N. Chebotareva, Leading Specialist E.Y. Ustyugova, Leading Specialist E.R. Podpletennaya
Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, phone 8-861-221-66-16, niibiotechn@mail.ru

Аннотация. Пищевые волокна занимают центральное место в концепции сбалансированного питания современного человека, что обусловлено их многогранными пребиотическими и иммуномодулирующими свойствами. В условиях нарастающей экологической нагрузки и изменения структуры рациона, значимость пищевых волокон приобретает особую актуальность.

Пребиотические свойства пищевых волокон заключаются в их способности стимулировать рост и активность полезных микроорганизмов в кишечнике, что способствует улучшению микробиологического профиля и метаболических функций организма. Иммуномодулирующее действие пищевых волокон проявляется в их способности модулировать иммунный ответ, усиливая защитные функции организма и снижая риск развития воспалительных заболеваний.

Анализ глобальных трендов в области нутрициологии показал увеличение спроса на яблочную клетчатку в качестве функционального пищевого ингредиента. Такая тенденция обусловлена растущим интересом к продуктам с высоким содержанием пищевых волокон. В данном сегменте наиболее востребованным продуктом является яблочная клетчатка. Однако не все коммерческие аналоги, представленные на рынке, обладают необходимым уровнем физиологической активности.

В статье проведена сравнительная оценка клетчатки полученной из вторичных сырьевых ресурсов, образуемых при производстве яблочных фрипсов, с промышленными аналогами по содержанию нерастворимых (НПВ) и растворимых (РПВ) пищевых волокон.

Установлено, что присутствие растворимых пищевых волокон (РПВ) в составе продукта повышает его пребиотическую активность и обуславливает выраженные детоксикационные и иммуномодулирующие свойства. Это подтверждено результатами экспериментальных исследований полученной яблочной клетчатки, в которой содержание НПВ составляет 36,8± 2,5%, РПВ – 14,2± 2,7%, пребиотический потенциал 1,8 – 2,0.

Annotation. Dietary fiber occupies a central place in the concept of balanced nutrition of modern humans, due to its multifaceted prebiotic and immunomodulatory properties. In conditions of increasing environmental stress and changes in the structure of the diet, the importance of dietary fiber becomes particularly relevant. The prebiotic properties of dietary fiber are their ability to stimulate the growth and activity of beneficial microorganisms in the intestine, which improves the microbiological profile and metabolic functions of the body. The immunomodulatory effect of dietary fiber is manifested in its ability to modulate the immune response, enhancing the body's protective functions and reducing the risk of inflammatory diseases. An analysis of global trends in the field of nutrition has shown an increase in demand for apple fiber as a functional food ingredient. This trend is driven by the growing interest in foods with a high fiber content. In this segment, the most popular product is apple fiber. However, not all commercial analogues on the market have the necessary level of physiological activity.

© Л.В. Донченко, И.В. Соболь, М.В. Лукьяненко, Е.Н. Чеботарева, Е.Ю. Устюгова, Е.Р. Подплетенная, 2026

The article provides a comparative assessment of fiber obtained from secondary raw materials formed during the production of apple strips, with industrial analogues in terms of insoluble (NPS) and soluble (RPV) dietary fiber. It has been established that the presence of soluble dietary fiber (RPA) in the composition of the product increases its prebiotic activity and causes pronounced detoxification and immunomodulatory properties. This is confirmed by the results of experimental studies of the obtained apple fiber, in which the content of NPS is 36.8 ± 2.5%, RPA is 14.2± 2.7%, and the prebiotic potential is 1.8 – 2.0.

Ключевые слова: пищевые волокна, яблочная клетчатка, рынок, функциональный ингредиент, здоровое питание

Keywords: dietary fiber, apple fiber, market, functional ingredient, healthy nutrition

Финансирование. Работа выполнена с использованием оборудования НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ. Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда, ООО «БИОДИНАМИКА» в рамках проекта № НТИП-24.1/4 «Разработка технологии продуктов здорового питания из вторичных сырьевых ресурсов переработки яблок».

В современном контексте развития социума наблюдается устойчивая тенденция к формированию здорового образа жизни, ключевым аспектом которого является рациональное питание. Данная концепция предполагает систематическое потребление пищевых волокон, которые играют важную роль в поддержании гомеостаза организма и профилактике хронических заболеваний [1].

Одним из широко используемых и признанных источников пищевых волокон является яблочная клетчатка. Традиционно клетчаткой (целлюлозой) в химической классификации принято считать сложные углеводы клеточной стенки растений (скелетные вещества клеточной стенки), преимущественно в нерастворимой форме [2]. Однако, вторичные ресурсы, образующиеся при переработке яблок, например, при производстве соков – яблочные выжимки – имеют богатый химический состав. Так, при получении яблочного сока прямого отжима, в выжимках сохраняются не только компоненты клеточной стенки – клетчатка, пектиновые вещества, гемицеллюлозы, лигнин, но и органические кислоты, полифенолы, белки, липиды, витамины [3]. Преимуществом вторичных ресурсов переработки яблок можно считать и органолептические характеристики. Так, в отличие от свекловичного жома, также являющегося перспективным источником пищевых волокон, но имеющим специфические вкус и аромат, присущие корнеплоду – сахарной свёкле, яблочные выжимки обладают приятным вкусом (кислым, кисло-сладким, сладким) и ароматом. Первоочередной задачей получения продукта из яблочных выжимок является сохранение термолабильных веществ и минимизация нарастания цветности ввиду окисления кислородом воздуха полифенолов. Измельчённые высушенные до равновесной влаги яблочные выжимки уже можно рассматривать как функциональный ингредиент для производства продуктов питания [4].

Исследования по разработке технологий получения порошкообразной клетчатки, выделения целевых компонентов из яблочных выжимок и производства функциональных продуктов питания с внесением в рецептуру порошка яблочной клетчатки исчисляются тысячами и являются актуальными в данный момент в масштабах мирового продовольственного рынка.

С учетом этого является актуальным проведение комплексного исследования, направленного на анализ не только рыночного спроса на функциональные добавки как источники пищевых волокон, производимые из вторичного яблочного сырья, но и на изучение их качественных характеристик с точки зрения соответствия принципам здорового питания. Целью данного исследования является сравнительное изучение разработанного нами нового продукта и существующих на рынке аналогов клетчатки. Для формирования целостного представления о текущих требованиях к качеству яблочных пищевых волокон нами проведена оценка мирового рынка

данных функциональных добавок. По оценке маркетинговой компании Future Market Insights Inc. на рынке нерастворимых пищевых волокон основными игроками являются: Unipektin Ingredients AG (Швейцария); du Pont de Nemours and Company (США); Tate & Lyle PLC (Великобритания); Cargill Incorporated (США); TIC GUMS Inc. (США); Roquette Frères (США); Südzucker AG (Германия); Grain Processing Corporation (США) [5]. Производимые ими пищевые волокна представлены различными сырьевыми источниками – кукурузой, сахарной свёклой, соей и другими и, в большинстве случаев, уступают по органолептическим показателям яблочным.

По данным компании Verified Market Reports (США), занимающейся исследованиями рынков 14 отраслей экономики, ключевыми компаниями на мировом рынке диетических яблочных пищевых волокон являются: CFF GmbH (Германия), Gelymar (Чили), Herbafood (Германмния), Xi'an DN Biology (Китай), Bolin Herb (Китай), JRS (J. Rettenmaier & Sohne) (Германия), Mayer Brothers (США) [6,7]. Компании-производители пищевых волокон преимущественно географически представлены Северной Америкой (США) и частично Европой (Великобритания, Швейцария, Германия) в отличие от рынка яблочных, где в большей степени представлены компании Германии и Китая.

Основным потребителем яблочных пищевых волокон в качестве функциональной добавки при производстве продуктов питания выступают предприятия пищевой промышленности. По результатам 2023 г. ёмкость мирового рынка яблочных пищевых волокон составила 2,1 млрд долл. США, а, согласно прогнозам, полученным с применением программы ForeCast, к 2030 г. вырастет до 2,26 млрд. дол. США (на 7,8 %). При этом практически половина рынка (45 %) приходится на страны Европы (Германию, Францию, Великобританию). Прогнозируемые темпы роста рынка пищевых волокон к 2034 г. в Китае до уровня 7,6 %, в Германии – до 4,8 %, Японии – 8,3 % [7].

Оборот пищевых волокон регулируется внутренним законодательством стран. Так в США производители пищевой продукции в обязательном порядке должны указывать на упаковке процент от суточной нормы потребления пищевых волокон при употреблении продукта. Продуктом с высоким содержанием пищевых волокон является тот, порция которого содержит от 5 г пищевых волокон. В Германии, в соответствии с Регламентом ЕС 1169/2011, минимальным содержанием для позиционирования продукта с высоким содержанием клетчатки должно достигать от 6 г/100 г. В Китае на всех без исключения продуктах питания, включая импортные указывается точное содержание клетчатки, в Японии же содержание клетчатки отражается одновременно с подтверждением безопасности продукта, её содержащего. В Индии наряду с указанием точного содержания клетчатки в продукте требуется научно его обосновать [9].

В Российской Федерации рынок яблочных пищевых волокон находится в стадии развития, несмотря на высокий потенциал для обеспечения сырьевой базы для производства, обусловленный увеличением объемов промышленного выращивания яблок. Так, согласно данным Росстата, в сельскохозяйственном сезоне 2023/2024 годов объем рынка яблок промышленного назначения достиг 2,147 млн. тонн, что свидетельствует о приросте на 4,4% по сравнению с предыдущим периодом. Уровень самообеспеченности России яблоками составил 83,5%, что открывает широкие перспективы для развития перерабатывающей промышленности и производства функциональных пищевых добавок.

Данные табл. 1 отражают многообразие предложений для потребителей функциональных продуктов. Яблочная клетчатка, представленная на маркетплейсах, в основном представлена как диетический продукт, обладающий свойствами нормализации обменных процессов и профилактике организма от неинфекционных заболеваний.

Таблица 1

Перечень производителей и поставщиков яблочной клетчатки, реализуемой на внутреннем рынке

№ п/п	Коммерческое название	Производитель	Состав
1	Яблочная клетчатка Оргтиум	ООО «Оргтиум»	порошок с выраженным ароматом и вкусом яблок
2	Клетчатка Fit Parad яблочная с пектином	ООО «Питэко»	клетчатка яблочная, яблочный пектин, кверцетин, витамин С
3	Now Foods, Яблочная клетчатка	NOW Foods, США	Порошок яблочной клетчатки
4	Клетчатка Organica яблочная натуральная	ИП Третьяков Олег Геннадьевич, Пермский край	Клетчатка яблочная, яблочные волокна
5	Яблочная клетчатка	«ООО Сибирская Клетчатка», г. Томск	клетчатка яблока, оболочка пшеничного зерна, клетчатка семян чиа, камедь акации
6	Яблочная Клетчатка	Interfiber (Польша)	Яблочная клетчатка, полученная из жмыха
7	Клетчатка яблочная	ООО «Лас-Флорес групп», Москва	Состав: яблочная клетчатка
8	Яблочная клетчатка из российских яблок	«СПАСИБО, еда!»	нерастворимые и растворимые пищевые волокна
9	Клетчатка Яблочная	Продуктовая Аптека ТМ	яблочная клетчатка
10	Дейли Делишес Хай-Файбер	Coral club, Канада (производство, США)	Яблочные пищевые волокна, инулин, рисовые отруби, L-глутамин, яблочный пектин, слива, ананас, экстракт асаи, черника и др.
11	Клетчатка яблочная	Компания «Русские Корни»	Яблочная клетчатка (порошок мелкого помола) – 100%.
12	Пищевое волокно яблочное	ООО «ФОФУД» С-Пб	Пищевое волокно яблочное

Результаты аналитических исследований показали, что практически во всех коммерческих продуктах декларируется только общее содержание пищевых волокон, без указания количества растворимых пищевых волокон. Пектиновые вещества, являющиеся растворимыми пищевыми волокнами, вносятся как компонент в составе комплексной пищевой добавки без указания их процентного содержания, за исключением образцов 6, 9 и 10 (табл.1). Между тем в рамках концепции здорового питания при формировании рационов следует учитывать соотношение растворимых (РПВ) и нерастворимых пищевых волокон (НПВ). В ряде исследований отмечается, что оптимальное соотношение РПВ к НПВ должно составлять 1:2 [11, 12]. Однако, существует альтернативная гипотеза, согласно которой функциональная эффективность пищевых продуктов определяется не столько соотношением РПВ и НПВ, сколько их водопоглотительной способностью [13]. На наш взгляд, она обусловлена, прежде всего, содержанием пектиновых веществ, поскольку 1 г пектина связывает 36 г воды [14]. Для оценки разработанной нами клетчатки и ее промышленных аналогов нами проведены исследования по определению содержания в них РПВ и НПВ, а также их пребиотического потенциала.

При получении клетчатки нами в качестве сырьевого источника было выбрано яблочное вторичное сырье, образуемое при производстве фрипсов. Отходы, возникающие в процессе переработки, включают в себя как непосредственно

кожуру с прилегающим слоем паренхимы, так и семенное гнездо, которое содержит семена и окружающий их слой мякоти.

Для получения продукта и увеличения в нем содержания РПВ, вторичное яблочное сырье подвергали кислотно-термической обработке. В качестве гидролизующего агента применяли 0,1 %-ный раствор лимонной кислоты, что позволило обеспечить оптимальные условия для гидролиза пектиновых веществ и модификации их структуры. Процесс проводили при температуре 70–75 °С в течение 2 часов, что способствовало денатурации белковых компонентов и увеличению доступности карбоксильных групп для последующих этапов переработки. После завершения кислотно-термического гидролиза полученную массу гомогенизировали и подвергали вакуумно-импульсной сушке. Данный способ сушки обеспечивает равномерное испарение влаги без значительной термической деструкции ценных компонентов, что позволяет сохранить высокую функциональность конечного продукта. Сушку проводили при температуре 35–40 °С до достижения остаточной влажности 10 %, что гарантирует стабильность и длительный срок хранения продукта. Количественное определение пектинов в растительном материале осуществлялось посредством гидролиза-экстракции с последующим осаждением пектиновых полисахаридов спиртом. Для анализа содержания сырой клетчатки в образцах применяли метод Геннесберга и Штомана, предусматривающий предварительную обработку образцов продукта кислотами и щелочами с последующей промывкой, сушкой. Количественное определение осуществляли путем взвешивания нерастворимых компонентов и определения потери массы при прокаливании.

Для оценки пребиотической активности исследуемых продуктов применяли метод внесения потенциальных пребиотиков в питательную среду. Сравнивали рост бифидобактерий *Bifidobacterium longum*, *Lactobacterium delbrueckii* и *Lactobacterium rhamnosus* на стандартной модифицированной среде Рокса-Розенберга (MRS) и на средах с исследуемым ингредиентом.

В качестве объектов исследования были выбраны: образец яблочной клетчатки: образец 1 – новый продукт, полученный по разработанному нами способу; образец 2 – продукт, выработанный ООО «Оргтиум»; образец 3 – NOW Foods, США; образец 4 – ИП Третьяков Олег Геннадьевич, Пермский край; образец 5 – Interfiber (Польша); образец 6 – ООО «Лас-Флорес групп», Москва; образец 7 – «СПАСИБО, еда!»; образец 8 – Продуктовая Аптека ТМ; образец 9 – Компания «Русские Корни»; образец 10 – ООО «ФОФУД» Санкт-Петербург. Образцы яблочной клетчатки, выработанные ООО «Питэко», ООО Сибирская Клетчатка», г. Томск и Coral club, Канада (производство, США) были исключены как объекты исследования из-за присутствия в образцах дополнительно внесенных компонентов, но оценивались при определении их пребиотических свойств.

Результаты исследований образцов по содержанию пищевых волокон (ПВ), в том числе РПВ и НПВ приведены на рис. 1.

Из приведенных данных видно, что в промышленных образцах содержание растворимых пищевых волокон РПВ колеблется в пределах 2,5 – 3,5%, что, вероятно, связано с сортовыми различиями/или применяемыми технологиями переработки яблок и сушки вторичного сырья. При этом по этому показателю выделяется образец 1 (14,2%) и образец 8 (8,5%).

Большим содержанием нерастворимых пищевых волокон отличаются образцы 1, 3 и 8; в других образцах количество НПВ изменяется в диапазоне 32,7–33,7%.

С учетом установленного количества РПВ и НПВ общее содержание в изучаемых образцах изменяется от 35,2 до 51,0%.

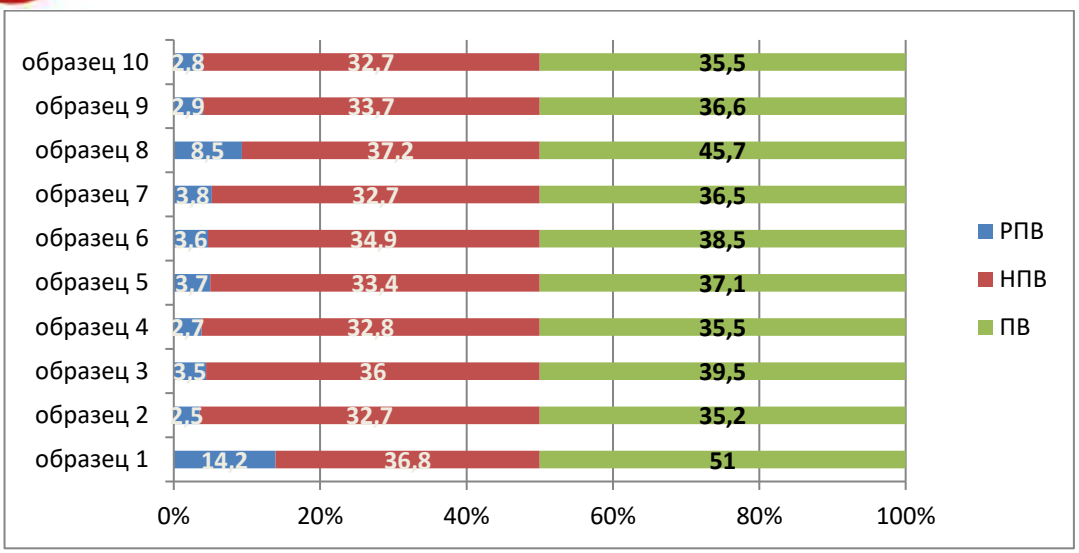


Рис.1. Содержание пищевых волокон (ПВ), в том числе растворимых (РПВ) и нерастворимых (НПВ) в исследуемых образцах яблочной клетчатки, %

Принимая во внимание соотношение РПВ и НПВ, рекомендуемое нутрициологами, можно сделать вывод, что больше всего соответствует этому требованию образец 1 (1 : 2,6). В остальных образцах содержание НПВ значительно превышает количество РПВ.

Для верификации заявленных свойств образцов разработанной нами клетчатки и коммерческих продуктов, реализуемых на внутреннем потребительском рынке проведена комплексная оценка их пребиотического потенциала с использованием методологически обоснованных подходов. В стерильный MRS бульон были внесены пребиотик лактулоза и исследуемые образцы яблочной клетчатки до конечной концентрации 0,3%.

Для проведения эксперимента был взят инокулят, полученный в результате культивирования *Bifidobacterium longum, Lactobacterium delbrueckii* и *Lactobacterium rhamnosus* на MRS бульоне в течение суток при температуре 38 ± 1 °С. Этот инокулят в объеме 1 мл был добавлен к 9 мл питательной среды в пробирке. В ходе эксперимента учитывалось количество жизнеспособных клеток в 1 мл культивируемой среды, выраженное в логарифмической форме (lg КОЕ/мл).Результаты исследования влияния лактулозы и исследуемых образцов яблочной клетчатки представлены табл.2.

В качестве контрольного образца использовали образец 1 – MRS бульон с добавлением глюкозы.

В качестве испытуемых рассматривали:

- образец 2 – MRS бульон с внесением разработанной нами яблочной клетчатки;
- образец 3 – MRS бульон с внесением яблочной клетчатки с наименьшим содержанием ПВ равным 35,2% (ООО «Оргтиум»);
- образец 4 – MRS бульон с внесением яблочной клетчатки с наибольшим содержанием ПВ равным 45,7% (Продуктовая Аптека);
- образец 5 – MRS бульон с внесением яблочной клетчатки, содержащей добавленные яблочный пектин, кверцетин и витамин С (ООО «Питэко»);
- образец 6 – MRS бульон с внесением яблочной клетчатки, содержащей оболочку пшеничного зерна, клетчатку семян чиа, камедь акации («ООО Сибирская Клетчатка», г. Томск);

• образец 7 – MRS бульон с внесением яблочной клетчатки, содержащей инулин, рисовые отруби, L-глутамин, яблочный пектин, слива, ананас, экстракт асаи, черника и др. (Coral club, Канада (производство, США);

Таблица 2

Анализ пребиотических свойств новой яблочной клетчатки и ее аналогов на продовольственном рынке

Образцы	Общая титруемая кислотность, °Т	Титр живых клеток, lg КОЕ/мл	Стимуляционный эффект, %	Пребиотический индекс
Образец 1 - контрольный	140	15,3	100	1,0
Образец 2	160	27,2	157,8	1,8
Образец 3	130	14,5	124,5	0,9
Образец 4	152	16,2	127,2	1,1
Образец 5	155	18,9	148,2	1,2
Образец 6	160	23,5	149,2	1,5
Образец 7	170	29,7	154,2	1,9

По результатам исследований установлено увеличение титра живых клеток с 15,3 до 29,7 lg КОЕ/мл. Эффективность стимуляции роста зависит от типа пребиотика. Так, при добавлении разработанной яблочной клетчатки наблюдается стимуляция роста живых клеток на 57,8 % по сравнению с контрольной средой. Такой результат обусловлен высоким содержанием в образце пектиновых веществ, имеющих ярко выраженные пребиотические свойства, что подтверждается данными о росте титра живых клеток в присутствии образцов, в состав которых добавлен яблочный пектин (образцы 5–7). Увеличение общей титруемой кислотности вызвано ростом количества живых клеток.

Пребиотический индекс рассчитывали на основе соотношения титра живых клеток, с внесением изучаемого пребиотика и титра в контрольном образце. Из полученных данных следует, что наибольшими пребиотическими свойствами обладают образцы 7 (1,9) и 2 (1,8). Для образца 7 высокий пребиотический индекс можно объяснить присутствием в продукте инулина, пектина и других биологически активных соединений, для образца 2 – высоким содержанием пектиновых веществ (14,2%). Однако, следует отметить, что практически у всех изучаемых образцов промышленных аналогов яблочной клетчатки пребиотический индекс превышает пороговое значение 1,0, кроме образца 3, содержащего невысокое по отношению к другим изучаемым образцам содержание пищевых волокон (35,2%), в том числе наименьшее количество РПВ (2,5%) и НПВ (32,7%).

Таким образом, на основании проведенного экспериментального исследования, направленного на оценку пребиотических характеристик, можно сделать вывод о том, что ключевым фактором, определяющим функциональные свойства яблочной клетчатки, является уровень содержания растворимых пищевых волокон. Этот вывод имеет значение для понимания механизмов воздействия яблочной клетчатки на микробиом кишечника и открывает новые перспективы для ее использования в пищевой промышленности в качестве функционального ингредиента и разработки технологических решений переработки яблочного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нутрициология и клиническая диетология. Национальное руководство / под ред. В.А. Тутельяна, Д.Б. Никитюка. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 1008 с.

2. Донченко Л.В. Инновационные технологии специализированных продуктов питания / Л.В. Донченко, Е.Н. Чеботарёва, М.В. Лукьяненко, С.Е. Ковалева //

Краснодар: Кубанский ГАУ, 2024. – 153 с.

3. Корышева Н. Н. Научное обеспечение технологии напитков на основе яблочного сока с использованием баромембранных методов: Дисс… канд. техн. наук. – Воронеж, 2022. – 213 с.

4. Коденцова В.М., Рисник Д.В., Серба Е.М., Абрамова И.М [и др.] Яблочные выжимки как источник функциональных пищевых ингредиентов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2023. – № 2. – С. 231-242. https://doi.org/10.36107/spfp.2023.430

5. Рынок нерастворимой диетической клетчатки будет развиваться благодаря борьбе с ожирением и спросу на корма для домашних животных до 2034 года. Отчёт Future Market Insights inc., 2024. Режим доступа: https://www.futuremarketinsights.com/ru/reports/insoluble-dietary-fiber-market

6. Размер рынка органических яблочных волокон: динамика, понимание, прогноз до 2032 г. Отчёт Verified Market Reports, 2025. Режим доступа: https://www.verifiedmarketreports.com/ru/product/organic-apple-fiber-market/

7. Рынок диетических волокон яблока. Отчёт Verified Market Reports, 2025 Режим доступа: https://www.verifiedmarketreports.com/ru/product/apple-dietary-fiber-market/

8. Отчет об анализе размера, доли и тенденций мирового рынка пищевых волокон – обзор отрасли и прогноз до 2032 года, 2024 / DataBridge Market Research. Режим доступа: https://www.databridgemarketresearch.com/

9. Анализ рынка пищевых волокон: объём, доля и прогноз на период с 2025 по 2035 год. Отчёт Future Market Insights inc., 2025. Режим доступа: https://www.futuremarketinsights.com/reports/dietary-fibres-market

10. Производители яблочной клетчатки, обновлённый рейтинг 2025. Данные портала https://b2b-postavki.ru/proizvoditel/yablochnaya-kletchatka-russia.html

11. Gorinstein S., Zachwieja Z., Folta M. [et al]. 2001. Comparative content of dietary fiber, total phenolics and minerals in persimmons and apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49 (2). 952.

12. Zademohammadi F., Sasanfar B., Toorang F. [et al]. 2024. Dietary soluble, insoluble, and total fiber intake and their dietary sources in association with breast cancer. *BMC Public Health*. 24. 2560. DOI: https://doi.org/10.1186/s12889-024-19861-4

13. Sang J., Li L., Wen J. [et al]. 2021. Evaluation of the Structural, Physicochemical and Functional Properties of Dietary Fiber Extracted from Newhall Navel Orange by Products. *Foods*. 10 (11). 2772. DOI: https://doi.org/10.3390/foods10112772

14. Донченко Л. В., Лукьяненко М. В., Соболь И. В. и др. Яблочная клетчатка с заданной функциональной направленностью // Пищевая промышленность. 2025. № 12. С. 146–149.

REFERENCES

1. Koncepciya politiki aktivnogo dolgoletiya : nauchno-metodologicheskij dokl. k XXI Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitiya e`konomiki i obshhestva, Moskva, 2020 g. [The concept of active longevity policy: a scientific and methodological report], pod red. L. N. Ovcharovoj, M. A. Morozovoj, O. V. Sinyavskoj; Nacz. issled. un-t «Vy`sshaya shkola e`konomiki», M.: Izd. dom Vy`sshej shkoly` e`konomiki, 2020, 40 p (Russian).

2. Donchenko L.V. Innovacionny`e texnologii specializirovanny`x produktov pitaniya [Innovative technologies of specialized food products], L.V. Donchenko, E.N. Chebotaryova, M.V. Luk`yanenko, S.E. Kovaleva, Krasnodar: Kubanskij GAU, 2024, 153 p (Russian).

3. Kory`sheva N. N. Nauchnoe obespechenie texnologii napitkov na osnove yablochnogo soka s ispol`zovaniem baromembranny`x metodov [Scientific support of apple juice-based beverage technology using baromembrane methods]: Diss… kand. texn. Nauk, Voronezh, 2022, 213 p (Russian).

4. Kodenczova V.M., Risnik D.V., Serba E.M., Abramova I.M i dr. Yablochny`e vy`zhimki kak istochnik funkcional`ny`x pishhevy`x ingredientov [Apple pomace as a source of functional food ingredients], Xranenie i pererabotka sel`xozsy`r`ya, 2023, № 2, pp. 231-242. https://doi.org/10.36107/spfp.2023.430 (Russian)

5. Ry`nok nerastvorimoj dieticheskoj kletchatki budet razvivat`sya blagodarya bor`be s ozhireniem i sprosu na korma dlya domashnix zhivotny`x do 2034 goda. [The market for insoluble dietary fiber will develop due to the fight against obesity and the demand for pet food until 2034] Otchyot Future Market Insights inc., 2024. Rezhim dostupa: https://www.futuremarketinsights.com/ru/reports/insoluble-dietary-fiber-market (Russian)

6. Razmer ry`nka organicheskix yablochny`x volokon: dinamika, ponimanie, prognoz do 2032 g. [The size of the organic apple fiber market: dynamics, understanding, forecast up to 2032] Otchyot Verified Market Reports, 2025. Rezhim dostupa: https://www.verifiedmarketreports.com/ru/product/organic-apple-fiber-market/ (Russian)

7. Ry`nok dieticheskix volokon yabloka [Apple Dietary Fiber Market]. Otchyot Verified Market Reports, 2025 Rezhim dostupa: https://www.verifiedmarketreports.com/ru/product/apple-dietary-fiber-market/ (Russian)

8. Otchet ob analize razmera, doli i tendencij mirovogo ry`nka pishhevy`x volokon – obzor otrasli i prognoz do 2032 goda, 2024[Global Fiber Market Size, Share and Trends Analysis Report – Industry overview and forecast to 2032, 2024], DataBridge Market Research. Rezhim dostupa: https://www.databridgemarketresearch.com/ (Russian)

9. Analiz ry`nka pishhevy`x volokon: ob``yom, dolya i prognoz na period s 2025 po 2035 god [Analysis of the dietary fiber market: volume, share and forecast for the period from 2025 to 2035], Otchyot Future Market Insights inc., 2025. Rezhim dostupa: https://www.futuremarketinsights.com/reports/dietary-fibres-market (Russian)

10. Proizvoditeli yablochnoj kletchatki, obnovlyonny`j rejting 2025 [Apple Fiber Producers, updated rating 2025]. Danny`e portala https://b2b-postavki.ru/proizvoditel/yablochnaya-kletchatka-russia.html (Russian)

11. Moxov A. A., Xaritonova Yu. S. Pravovoj rezhim naimenovanij biologicheski aktivny`x dobavok [Legal regime of names of biologically active additives], Aktual`ny`e problemy` rossijskogo prava, 2017, № 11(84), pp. 103-114 (Russian).

12. Zademohammadi F., Sasanfar B., Toorang F. [et al]. 2024. Dietary soluble, insoluble, and total fiber intake and their dietary sources in association with breast cancer. *BMC Public Health*. 24. 2560. DOI: https://doi.org/10.1186/s12889-024-19861-4

13. Sang J., Li L., Wen J. [et al]. 2021. Evaluation of the Structural, Physicochemical and Functional Properties of Dietary Fiber Extracted from Newhall Navel Orange вy Products. *Foods*. 10 (11). 2772. DOI: https://doi.org/10.3390/foods10112772

14. Donchenko L. V., Luk`yanenko M. V., Sobol` I. V. i dr. Yablochnaya kletchatka s zadannoj funkcional`noj napravlennost`yu // Pishhevaya promy`shlennost`. 2025. № 12. pp. 146–149 (Russian).

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 636.4.082 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-206-212

Характеристика морфобиологических признаков свиней разных генотипов

Characteristics of morphobiological traits in pigs of different genotypes

Профессор А.М. Ухтверов, аспирант А.А. Ухтверов,
ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, кафедра зоотехния, тел. +79272052006, andrei_uhtverov@mail.ru

Professor A.M. Ukhtverov, postgraduate student A.A. Ukhtverov,
Samara State Agrarian University, Department of Animal Science, tel. +79272052006, andrei_uhtverov@mail.ru

Аннотация. В результате исследований целью которых являлось изучение акклиматизационных особенностей свиней породы немецкий ландрас в условиях Среднего Поволжья было установлено, что что наибольшим содержанием эритроцитов обладают свиньи 3 и 4 групп по сравнению с животными 1 группы на 6,6 % и 12 % соответственно. Уровень общего белка в сыворотки крови у свиней 3 и 4 группы выше, чем у животных 1 группы на 11,4 и 7,5 %. Наилучшие результаты бактерицидной активности также отмечены в 3 и 4 группах. По сравнению с животными 1 группы этот показатель был выше на 4,7 и 2,7 %, а по сравнению со 2 группой на 5,1 и 3,1 %. Изучение репродуктивных органов у свинок опытных групп указывает, что, не смотря на некоторые различия между группами достоверной разницы по развитию рогов матки, яйцеводов и яичников не установлено. В заключении можно сделать вывод, что животные 3 и 4 групп превышали своих сверстников крупной белой породы и свиней породы немецкий ландрас, по защитно-приспособительным возможностям этих групп свиней.

Abstract. The study aimed to investigate the acclimatization characteristics of German Landrace pigs in the Middle Volga region revealed that pigs from groups 3 and 4 had the highest erythrocyte content compared to animals from group 1 by 6.6% and 12%, respectively. The total protein level in the blood serum of pigs from groups 3 and 4 was higher than that of animals from group 1 by 11.4% and 7.5%. The best results of bactericidal activity were also noted in groups 3 and 4. Compared to animals from group 1, this indicator was higher by 4.7% and 2.7%, and compared to group 2, by 5.1% and 3.1%. The study of the reproductive organs of pigs from the experimental groups indicates that, despite some differences between the groups, no reliable difference in the development of the uterine horns, oviducts, and ovaries was established. In conclusion, animals in Groups 3 and 4 exceeded their Large White and German Landrace peers in their protective and adaptive capabilities.

Ключевые слова: эритроциты, общий белок, свиньи, щетина, легкое, сердце.

Keywords: erythrocytes, total protein, pigs, bristles, lungs, heart.

В последние десятилетия в нашей стране наблюдается усиленный процесс использования импортных пород животных, отдельных селекционных групп с целью улучшения продуктивных особенностей отечественного поголовья животных разных видов. При этом следует учесть, что животные, попадая- в новые условия претерпевают ряд изменений. Они определяются по рождаемости, смертности, крепости конституции, уровню продуктивности, плодовитости животных, причиной могут быть - кормовой режим, температура, влажность воздуха, атмосферное

© А.М. Ухтверов, А.А. Ухтверов, 2026

давление, рельеф, особенности технологии, уровень продуктивности, породные особенности и т.д. Успех разведения завезенных животных зависит, в первую очередь, от акклиматизационных способностей в конкретных условиях, поэтому вопрос изучения акклиматизации требует дальнейшего научного обоснования и производственной проверки [1-8].

Целью данных исследований являлось изучение акклиматизационных особенностей свиней породы немецкий ландрас в условиях Среднего Поволжья.

Исходя из этого в задачу наших исследований входило:

- Изучить изменение некоторых морфо-биохимических показателей у свиней разных генотипов в процессе адаптации к условиям Среднего Поволжья.

Научно- производственный опыт и экспериментальные исследования проводились в АО «Северный ключ» Самарской области в течении 2020-2021 гг. на свиньях крупной белой породы местной селекции и немецкого ландраса. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема опыта

№ п.п.	Опытные группы	Мать	Отец
1.	1 Опытная	Крупная белая	Крупная белая
2.	2 Опытная	Немецкий Ландрас	Немецкий Ландрас
3.	3 Опытная	Крупная белая	Немецкий Ландрас
4.	4 Опытная	Немецкий Ландрас	Крупная белая

Для выявления взаимосвязей интерьерных показателей организма разных генотипов с продуктивными и адаптационными особенностями были учтены морфо-биологические признаки у свиней опытных групп первого поколения: морфологический и биохимический состав крови, развитие внутренних и генеративных органов, крепость костяка.

Морфологический состав крови свиней тесно связан с общей жизнедеятельностью организма и может быть использован как показатель приспособленности этих животных к тем или иным условиям окружающей среды.

Для определения гематологических показателей у подопытных животных (по 5 голов из каждой группы) брали кровь из большой ушной вены. Для биохимических исследований использовали сыворотку крови, для морфологических - цельную кровь, стабилизированную раствором трилона Б.

Содержание эритроцитов, лейкоцитов определяли при помощи счетной камеры Горяева, гемоглобин - колориметрическим методом с помощью гемометра ГС-3, общий белок - рефрактометрическим методом.

Морфологический и биохимический состав крови у свиней разных генотипов представлен в таблице 2.

Таблица 2

Морфологический и биохимический состав крови свиней разных генотипов

Показатели	Группы животных			
	1	2	3	4
Эритроциты, 10^9 л	6,78 ±0,07	6,90±0,09	7,23 ± 0,08	7,60 ± 0,08
Гемоглобин, г/л	12,8 ±0,30	13,8±0,33	14,5 ±0,40	14,0 ±0,30
Лейкоциты, 10^9 л	10,93 ±0,80	11,97±0,9	12,5 ±0,80	12,9 ±0,80
Общий белок, г/л	72,81 ± 1,25	76,03±1,4	81,1 ± 1,36	78,3 ± 1,30

Основные гематологические показатели у животных сравниваемых групп

находились в переделах физиологических норм.

Из таблицы 2 видно, что наибольшим содержанием эритроцитов обладают свиньи 3 и 4 групп по сравнению с животными 1 группы на 6,6 % ($p<0,05$) и 12 % ($p<0,05$) соответственно. Уровень общего белка в сыворотки крови у свиней 3 и 4 группы выше, чем у животных 1 группы на 11,4 и 7,5 % ($p<0,05$). Это свидетельствует о том, что животные в 3 и 4 группах имели высокий уровень обмена веществ и интенсивность роста.

По количеству гемоглобина достоверных различий между группами не наблюдалось.

Следует отметить, что по мере адаптации содержание лейкоцитов в крови у животных породы немецкий ландрас снизилось (11,97 против 12,5-12,9 на 10^9л).

В качестве показателей естественной резистентности организма свиней были изучены фагоцитарная активность лейкоцитов по методу В.Н.Бермана, Е.Н.Славской, бактерицидная активность сыворотки крови - по Мишелю и Трефферeса в модификации Ю.М.Маркова и др., лизоцимная активность сыворотки крови - по И.Ф.Храбустовскому. Данные исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели естественной резистентности свиней подопытных групп

Показатели	Группы животных			
	1	2	3	4
Фагоцитарная активность, %	48,2 ±0,15	47,9 + 0,17	49,4 ±0,16	49,3 ± 0,18
Бактерицидная активность, %	83,2 ± 0,68	82,8 ± 0,50	87,9 ± 0,74	85,9 ± 0,53
Лизоцимная активность, %	46,6 ± 0,03	46,0 ± 0,05	46,8 ± 0,04	46,9 ± 0,03

Лучшие результаты по лизоцимной активности отмечены в 3 и 4 группах. По сравнению с животными 1 группы этот показатель был выше на 0,2-0,3%, а по сравнению со 2 группой на 0,8-0,9 %.

Фагоцитарная активность указывает на особенности неспецифической активности организма. Согласно данным таблицы 3, фагоцитарная активность у животных 3 и 4 групп выше на 1,2 и 1,1 % по сравнению с 1 группой и на 1,5 и 1,4 % по сравнению со 2 группой.

Наилучшие результаты бактерицидной активности также отмечены в 3 и 4 группах. По сравнению с животными 1 группы этот показатель был выше на 4,7 и 2,7 %, а по сравнению со 2 группой на 5,1 и 3,1 %.

Таким образом выяснено, что животные породы немецкий ландрас в условиях Среднего Поволжья имели пониженные показатели естественной резистентности организма. По основным гематологическим показателям животные в сочетании 3 и 4 групп превышали своих сверстников крупной белой породы и свиней породы немецкий ландрас, что свидетельствует о больших защитно-приспособительных возможностях этих групп свиней.

Для познания биологических особенностей свиней породы немецкий ландрас в новых условиях было проведено исследование внутренних и генеративных органов свиней опытных групп. При убое животных (по 3 головы из каждой группы) весом 100 кг извлекали внутренние (сердце, легкое, печень, селезенка) и половые органы, определяли их массу путем взвешивания на аналитических весах, миллиметровой линейкой измеряли длину рогов матки, яйцеводов. Результаты исследований

представлены в таблице 4.

По данным таблицы 4 видно, что развитие внутренних органов у свиней сравниваемых групп существенно не различалось. Желудок и печень оказались более развиты у подсвинков породы немецкий ландрас (2 группа) по сравнению с животными крупной белой породы (1 группа) на 6,9-9,1 % ($p<0,05$). Тонкий и толстый отделы кишечника лучше развиты у подсвинков 1 группы по сравнению с животными 2 группы на 5-5,6 % ($p<0,05$).

Таблица 4

Размер и масса внутренних и генеративных органов у свиней опытных групп n=3

Показатели	Группы животных			
	1	2	3	4
Сердце, г	410	320	360	340
Легкое, г	780	900	700	860
Печень, г	1750	1810	1780	1840
Желудок, г	651	696	664	680
Тонкий отдел кишечника, г	1806	1720	1798	1760
Толстый отдел кишечника, г	2018	1908	1996	1954
Селезенка, г	190	200	210	200
Длина рогов матки, см: левый	115,2	114,5	115,0	112,3
правый	118,6	116,7	120,1	116,0
Масса рогов матки, г: левый	228	225	228	219
правый	232	226	230	222
Длина яйцеводов, см: левый	27,1	26,4	27,8	26,1
правый	28,0	27,8	28,1	26,8
Масса яйцеводов, г левый	3,1	2,8	3,0	2,8
правый	3,3	2,9	3,2	3,0
Масса яичников, г левый	3,4	3,1	3,5	3,0
правый	3,2	3,0	3,1	2,8

Изучение репродуктивных органов у свинок опытных групп указывает, что, не смотря на некоторые различия между группами достоверной разницы по развитию рогов матки, яйцеводов и яичников не установлено.

Надо заметить, что длина правого рога матки во всех группах была больше, чем левого. Скорее всего это обусловлено анатомическим строением организма свиней. Известно, что на формирование конституционально крепкого и жизнеспособного организма влияют наследственные факторы, условия кормление и

содержания и др. В целях установления особенностей в росте костной системы у животных породы немецкий ландрас в новых условиях нами были проведены исследования костяка. Изучались морфо- физические свойства бедренных костей у свиней опытных групп. Прочность костей обеспечивается двумя их свойствами - твердостью и упругостью. О твердости кости судят по сопротивлению, которое она оказывает при испытании на статистический изгиб, а упругость определяется величиной сопротивления на сжатие. Прочность бедренной кости на сжатие определяли на испытательной машине УММ - 5, с нагрузкой в пределах 10-20000 кг. Скорость подачи пресса 4 мм/мин. Материалом для опыта служили 24 трубчатые кости полученных от 12 животных при массе 100 кг. Из каждой кости выпиливали сегменты высотой 10 мм. Для подсчета нагрузки, падающей на 1 см' с каждого сегмента снимали целофонограмму, которую затем переносили на кальку, вырезая при этом площадь, занятую костномозговым каналом. Площадь стенок сегментов определяли на машине - планиметре ААМ-7 в лаборатории животноводства Самарского ГАУ. Прочность испытуемого образца на 1 см^2 находили по специальной формуле. Физиологические свойства бедренной кости свиней разных генотипов представлены в таблице 5.

Результаты испытаний показали, что бедренные кости свиней крупной белой породы были тяжелее, чем у свиней породы немецкий ландрас на 6 г ($p<0,05$). Разрушающая нагрузка у животных 1 группы была больше, чем у животных 2 группы на 88 кг ($p<0,01$). В остальных группах различия недостоверны.

Таблица 5

Физиологические свойства бедренной кости свиней опытных групп

Показатели	Группы животных			
	1	2	3	4
Средняя масса кости, г	289	283	287	285
Обхват кости в середине, мм	79,8	76,8	78,7	77,8
Диаметр поперечного сечения в середине кости, мм: наружний	24,6	24,3	24,6	24,5
внутренний	20,1	19,9	20,1	20,0
Толщина костной стенки, мм	4,5	4,4	4,5	4,5
Разрушающая нагрузка, кг	2278	2190	2261	2210
Предел прочности 1 см^2 поперечного сечения, кг/см^2	889	876	884	881

Крепость кости у свиней крупной белой породы составила 889 кг/см^2, а у животных породы немецкий ландрас этот показатель был меньше на 13 кг/см^2 ($p<0,05$).

Таким образом, свиньи крупной белой породы, а также животные 3 и 4 групп характеризуются лучшей крепостью костяка по сравнению со свиньями породы немецкий ландрас.

Другим немаловажным признаком конституциональной крепости животных является оброслось кожи. Волосяной покров имеет важное биологическое значение. Его развитие и состояние зависит как от внешних факторов среды (климат, температура, влажность и т. д.), так и от внутренних особенностей организма: он тесно связан с конституцией и продуктивностью животных.

Оброслось кожи свиней подопытных групп определяли путем выстриги щетины (на холке, лопатке, крестце и заднем окороке) площадью 10 х10 см, подсушиванием ее в сушильном шкафу при температуре 38-39°С и взвешиванием. После суммирования массы отстриженной щетины вычисляли ее

среднюю величину на площади 100 см^2. По данному показателю косвенно определили оброслось кожи у 3 -х животных из каждой группы. Масса щетины у свиней подопытных групп представлена в таблице 6.

Таблица 6

Масса щетины у свиней подопытных групп, г

Группы животных	Масса щетины на площади 100 см^2				Средняя масса
	на холке	на лопатке	на крестце	на заднем окороке	
1	1,36±0,02	1,48±0,03	1,26±0,01	1,27±0,03	1,34
2	1,32±0,02	1,38±0,02	1,16±0,02	1,18±0,03	1,26
3	1,38±0,03	1,46±0,02	1,25±0,02	1,24±0,04	1,33
4	1,34±0,01	1,40±0,03	1,20+0,01	1,22±0,03	1,29

Данные таблицы 6 свидетельствуют о том, что по оброслости кожи подопытные группы животных незначительно различались между собой. Относительно густой щетиной характеризовались свиньи крупной белой породы и полукровные животные. Во всех точках учета масса щетины в этих группах была примерно одинаковой.

Наиболее слабой оброслостью кожи отличались свиньи породы немецкий ландрас. Они уступали по этому показателю животным крупной белой породы на 3 %, но разница недостоверна.

Полукровные животные по данному показателю занимали промежуточное положение между животными крупной белой породы и животными породы немецкий ландрас.

Топографический анализ распределения щетины по телу животных показал, что наибольшее количество щетины растет на лопатках и холке независимо от принадлежности животных к разным группам. Количество щетины на крестце и заднем окороке было меньше на 8-14 % ($p<0,01$).

Средняя величина массы щетины по четырем точкам измерения составила 1,34 г у животных крупной белой породы, 1,26 г - у подсвинков породы немецкий ландрас, 1,33 г - у полукровных животных *3 и 4 групп*.

Согласно полученным данным подсвинки крупной белой породы, а также полукровные животные имеют более густую щетину, чем животные породы немецкий ландрас. Разница составила 5,5-6,3 *%*. Полукровные животные *4 группы* отличались на 2,4 %.

Таким образом, более высокую оброслость кожи животных крупной белой породы можно расценивать как специфическую защитную реакцию организма на низкотемпературные климатические условия Среднего Поволжья в процессе их длительного использования. Полукровные животные 3 и 4 групп по оброслости кожи приближались к подсвинкам крупной белой породы, что свидетельствует об их хорошей адаптационной способности, чем животных породы немецкий ландрас.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бальников А. А. Продуктивное долголетие свиней – в центре внимания // Наше сельское хозяйство: Ветеринария и животноводство. – 2024. – № 10. – С. 4–16.

2. Бирюля И. К., Панов Б. Л., Костомахин Н. М. Связь племенной ценности матерей и дочерей у свиней породы ландрас // Главный зоотехник. – 2016. – № 3. – С. 23–28.

3. Владимирова Н.Ю., Владимиров Н.И. Воспроизводительная способность свиноматок породы ландрас и крупная белая в условиях промышленной технологии содержания // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 10 (168). – С. 95–99.

4. Контэ А. Ф. Оценка племенной ценности свиней крупной белой породы на основе применения уравнения смешанной модели / А. Ф. Контэ, А. А. Белоус, В. В.

Волкова, П. И. Отраднов // Свиноводство. – 2024. – № 3. – С. 9–13. – DOI: 10.23670/IRJ.2023.133.43.

5. Лебедько Е. Я., Рябичева А. Е. Породы свиней, выведенные в новой России // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посв. памяти д-ра биол. наук, профессора, засл. работника Высшей школы РФ, Почётного работника высшего профессионального образования РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, Почётного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващекина (Брянск, 22 января 2024 г.). – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2024. – С. 186–190.

6. Немиров В.А. Гематологические показатели и воспроизводительная способность свиней разного генотипа // Вестник Курганской ГСХА. – 2015. – № 3 (15). – С. 31–34.

7. Ухтверов А. Ухтверов М.,Продуктивные качества свиней разных генотипов // Свиноводство. – 1999. – № 6. – С. 14.

8. Хрипунова Л. В. Продуктивные и некоторые биологические особенности чистопородных и гибридных свиней ирландской селекции в условиях Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук // Барнаул. – 2021. – 21 с.

REFERENCES

1. Balnikov A. A. Productive longevity of pigs – in the spotlight // Our agriculture: Veterinary science and animal husbandry. – 2024. – No. 10. – pp. 4–16.

2. Biryulya I. K., Panov B. L., Kostomakhin N. M. Relationship between the breeding value of mothers and daughters in Landrace pigs // Chief livestock specialist. – 2016. – No. 3. – pp. 23–28.

3. Vladimirova N. Yu., Vladimirov N. I. Reproductive capacity of Landrace and Large White sows under industrial management technology // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2018. – No. 10 (168). – pp. 95–99.

4. Konte A. F. Evaluation of breeding value of Large White pigs based on the application of a mixed model equation / A. F. Konte, A. A. Belous, V. V. Volkova, P. I. Otradnov // Pig breeding. - 2024. - No. 3. - Pp. 9-13. - DOI: 10.23670/IRJ.2023.133.43.

5. Lebedko E. Ya., Ryabicheva A. E. Pig breeds bred in the new Russia // Actual problems of intensive development of animal husbandry: materials of the Int. scientific and practical conf., dedicated to the memory of Dr. of Biological Sciences, Professor, Hon. Egor Pavlovich Vashchekin, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Honorary Professor of the Bryansk State Agricultural Academy, Honorary Citizen of the Bryansk Region (Bryansk, January 22, 2024). – Bryansk: Bryansk State Agrarian University, 2024. – Pp. 186–190.

6. V. A. Nemirov. Hematological parameters and reproductive capacity of pigs of different genotypes // Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. – 2015. – No. 3 (15). – Pp. 31–34.

7. A. Ukhterov, M. Ukhterov, Productive qualities of pigs of different genotypes // Pig breeding. – 1999. – No. 6. – P. 14.

8. Khripunova L. V. Productive and some biological characteristics of purebred and hybrid pigs of Irish selection in Siberian conditions: author's abstract. dis. ... candidate of agricultural sciences // Barnaul. – 2021. – 21 p.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026



УДК 663.2 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-213-224

Цифровые технологии в виноградарстве и виноделии, состояние и перспективы

Digital technologies in viticulture and winemaking, current state and prospects

Профессор Х.Р. Сиюхов, доцент М.М. Удычак, старший преподаватель Б.Б. Сиюхова, преподаватель Н.Х. Навасардян, студент М.М. Бат,
Майкопский государственный технологический университет, кафедра технологгии, машин и оборудования пищевых производств, тел. +7 (8772) 57-12-84, mayyja-udychak@rambler.ru

Professor K. R. Siyukhov, associate professor M. M. Udychak, senior teacher B. B. Siyukhova, teacher N. K. Navasardyan, student M. M. Bat,
Maykop State Technological University, Department of Technology, Machinery and Equipment of Food Production, tel. +7 (8772) 57-12-84, mayyja-udychak@rambler.ru

Аннотация. В статье рассматриваются состояние и перспективы использования цифровых технологий в виноградарстве и виноделии на примере винодельческих предприятий регионов, входящих в состав Южного федерального округа и являющихся частью Северо-Кавказского экономического района.

Актуальность исследования обусловлена тем, что цифровые технологии являются источниками инноваций и драйверами экономического роста.

Начиная с 2018 года, в нашей стране поэтапно реализуются национальные программы и проекты, направленные на формирование и развитие цифровой экономики Российской Федерации.

Реализуемый в период с 2025 по 2030 гг. национальный проект «Экономика данных, и цифровая трансформация государства» призван повысить качество жизни граждан, эффективность социальной сферы, государственного и муниципального управления, а также обеспечить сбалансированный рост отраслей промышленности за счет внедрения цифровых технологий.

Цель работы — провести системный анализ и изучить степень цифровизации винодельческой промышленности России на примере крупных винодельческих предприятий различных форм собственности, а также небольших частных виноделен, выявить современные тенденции, перспективы и вызовы.

Для достижения поставленной цели использовались теоретические методы: анализ, синтез, моделирование; эмпирические: опрос в форме интервью и анкетирования предприятий; системный SWOT-анализ. Методика SWOT-анализа является эффективным инструментом исследования и оценки текущего состояния, изучения стратегического потенциала цифровизации виноградарства и виноделия.

В статье приведены результаты исследований внедрения цифровых технологий на винодельческих предприятиях Республики Адыгея, Краснодарского края и Республики Крым.

Построение модели SWOT-анализа полученных данных позволяет визуализировать точки роста стратегического потенциала цифровизации виноградарства и виноделия, сильные и слабые стороны, возможности и внешние угрозы.

Изучение цифровизации виноградарства и виноделия имеет важное прикладное значение для повышения технологичности и экологичности винодельческой промышленности, конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Abstract. The article examines the state and prospects of using digital technologies in viticulture and winemaking using the example of wineries in the regions that are part of the Southern Federal District and are part of the North Caucasus Economic Region.

The relevance of the study is due to the fact that digital technologies are sources of innovation and drivers of economic growth.

Starting in 2018, our country has been gradually implementing national programs and projects aimed at the formation and development of the digital economy of the Russian Federation.

© Х.Р. Сиюхов , М.М. Удычак, Б.Б. Сиюхова, Н.Х. Навасардян, М.М. Бат, 2026

The national project "Data Economics and Digital Transformation of the State", implemented in the period from 2025 to 2030, aims to improve the quality of life of citizens, the efficiency of the social sphere, state and municipal administration, as well as ensure balanced growth of industries through the introduction of digital technologies.

The purpose of the work is to conduct a systematic analysis and study the degree of digitalization of the Russian wine industry using the example of large wineries of various forms of ownership, as well as small private wineries, to identify current trends, prospects and challenges.

To achieve this goal, theoretical methods were used: analysis, synthesis, modeling; empirical: survey in the form of interviews and questionnaires of enterprises; system SWOT analysis. The SWOT analysis methodology is an effective tool for researching and assessing the current state, studying the strategic potential of digitalization of viticulture and wine production.

The article presents the results of research on the introduction of digital technologies at wine-making enterprises of the Republic of Adygea, Krasnodar region and the Republic of Crimea.

Building a SWOT analysis model of the data obtained allows us to visualize the growth points of the strategic potential of digitalization of viticulture and winemaking, strengths and weaknesses, opportunities and external threats.

The study of digitalization of viticulture and winemaking is of great applied importance for improving the technological and environmental friendliness of the wine industry, and the competitiveness of products.

Ключевые слова: цифровизация виноградарства и виноделия, цифровая винодельня, цифровой виноградник.

Keywords: digitalization of viticulture and winemaking, digital winery, digital vineyard.

Цифровые технологии являются эффективным инструментом трансформации существующих и создания новых высокотехнологичных производств, источником экономического роста и инноваций.

Уникальность цифровизации виноградарства и виноделия заключается в том, что она позволяет трансформировать отрасль на всех этапах сложного производственного цикла: от выращивания и сбора винограда до взаимодействия с потребителем винодельческой продукции.

Однако виноградарство и виноделие являются той специфической отраслью, в которой цифровизация сталкивается с целым рядом проблем, в том числе психологического характера, замедляющих внедрение цифровых технологий.

На основе анализа зарубежной и отечественной литературы цифровые технологии, применяемые в виноградарстве и виноделии, можно условно разделить на две большие категории: базовые и специальные.

Базовые цифровые технологии представляют собой комплексы аппаратно-программных средств и являются прикладными решениями, универсальными для других отраслей народного хозяйства. Особенность и специфика задач каждого комплекса определяются соответствующим программным обеспечением.

Специальные цифровые технологии в виноградарстве и виноделии – это отдельная предметная область научных исследований специализированных научно-исследовательских организаций и учреждений. Например, фундаментальные исследования ФГБНУ «Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия» посвящены актуальным вопросам применения перспективных информационных (цифровых) технологий и их элементов для решения задач в области ампелографии, селекции винограда, технологических операций при закладке и возделывании многолетних насаждений, производства посадочного материала винограда и винодельческой продукции.

Классификация и примеры базовых цифровых технологий приведены на рис.1



Рис. 1 Классификация и примеры цифровых технологий

IoT (интернет) - датчики температуры, влажности, химического состава почвы являются источниками данных для прогноза, температуры, освещенности являются исходными данными для прогнозирования урожайности виноградников, сроков сбора винограда. На основе полученных данных автоматизированные системы полива регулируют степень орошения, экономя водные ресурсы.

БПЛА, роботы с машинным зрением, аэро- и космические снимки позволяют контролировать состояние лозы и проводить NDVI-анализ (нормализованный относительный индекс растительности) виноградников, создавая цветные карты вегетативной массы с оценкой состояния.

Роботы-виноградари представляют собой универсальную, оборудованную системой точного позиционирования на базе GPS, полностью автономную платформу с электроприводом, способную перемещаться по узким рядам виноградных лоз в течение полного рабочего дня и обрабатывать до 5 гектаров виноградников в день.

Примеры выполняемых работ:

- точная механическая прополка виноградников, которая уменьшает и даже исключает потребность в гербицидах;
- обрезка лозы и удаление листьев;
- мобильный мониторинг и сбор информации о температуре, наличии воды, биомассе и других данных;
- оценка здоровья и состояния лозы;
- картографирование виноградников.

Примером роботов-виноградарей может служить механизированная система обрезки KLIMA Gen2 (США), используемая на винодельнях с 2016 года.

Ее применение помогло не только сократить расходы и уменьшить трудозатраты в 2 раза, но и реализовать уникальный метод формировки лозы. Данный метод улучшает плодоношение и качество винограда, уменьшает плотность

листового покрова, упрощает борьбу с сорняками, снижает содержание травянистых нот в вине, придавая ему более мягкий вкус.

Срок окупаемости инвестиций на закупку и внедрение системы обрезки KLIMA Gen2 составил 1 год.

Дроны с искусственным интеллектом способны осуществлять контроль за состоянием виноградной лозы, производить ее точечное опрыскивание, собирать необходимые данные.

Блокчейн позволяет формировать своего рода «цифровой паспорт» вина и фиксировать следующие данные:

- дату сбора урожая, сорт винограда и погодные условия на винограднике;
- параметры ферментации, выдержки и розлива на винодельне;
- температуру и влажность окружающей среды при доставке потребителю.

На основе аэрокосмической съемки полученных данных создаются системы, способные давать оценку и рекомендации по картографированию, состоянию терруаров.

Наряду с этим внедряются геоинформационные системы (ГИС) и технологии GPS, позволяющие создавать «цифровой двойник виноградника». Применение этих технологий способствует оптимизации и оцифровки проведения инвентаризации состояния виноградной лозы. Согласно экспертным оценкам, данная процедура позволяет сэкономить до 10 % бюджета, выделяемого на уход за виноградником.

Цифровая винодельня в настоящее время это IT-проект, частично уже функционирующий на российском рынке. Он представляет собой автоматизированную систему управления на предприятиях (АСУП) в сфере виноградарства и виноделия на базе искусственного интеллекта. Главная цель функционирования такой системы - интеллектуальное виноделие, т.е. создание вина с требуемыми параметрами, а также:

- автоматизированное управление производством вина на винодельне;
- обеспечение «прозрачности» производственных процессов;
- стабильность качества;
- управление запасами;
- снижение затрат и себестоимости продукции;
- эффективность бизнеса и рост продаж.

Принцип функционирования искусственного интеллекта приведен на рис. 2.



Рис. 2 Функционирование ИИ в цифровой винодельне

Исходные параметры виноматериала и требуемые параметры вина, соответствующие запросу потребителя, загружаются в систему ИИ, которая рекомендует необходимую рецептуры из обширной базы данных. Формализованная рецептура передается в производство вина. В процессе изготовления вина контрольные параметры передаются ИИ для тестирования продукта и при необходимости корректировки технологии. Готовое вино анализируется на соответствие запросам потребителей.

Несмотря на необходимость серьезных инвестиций, автоматизация и цифровизация процессов на винодельческих предприятиях приносят экономический эффект. Прежде всего, это сокращение ручного труда и экономия фонда оплаты труда до 10%. По данным разработчиков, внедрение на предприятии системы управления задачами сокращает время на планирование производства до 20%. Интеграция в складских помещениях датчиков температуры обеспечивает мониторинг температуры хранения продукции, снижает ее потери до 5%, увеличивает прибыль на 8%.

Особый интерес представляют SCADA - системы, позволяющие должностным лицам осуществлять удаленный мониторинг и управление производственными процессами в реальном времени с помощью мобильных и веб-приложений.

Системы аналитики данных выявляют области оптимизации производственных процессов. Например, оптимизация процесса ферментации сокращает расход сырья на 12%, производственный цикл - на 10%, увеличивает эффективность производственных мощностей на 15%.

Маркетинговые технологии: онлайн-продажи, цифровые витрины, виртуальный сомелье расширяют и приближают доступ производителей к потребительскому рынку. Эффективным цифровым инструментом продаж является создание AI-ассистентов менеджера. Это позволило группе компаний Simple сократить срок выхода на план продаж в 2 раза, повысить его на 20% и на 25 % снизить трудозатраты.

В ходе исследования было проведено анкетирование с участием представителей отечественных винодельческих предприятий, а также интервьюирование отдельных руководителей. В исследовании приняли участие, как крупные винодельческие предприятия различных форм собственности, так и небольшие частные винодельни.

Опрос охватывает предприятия Республики Адыгея, Краснодарского края и Республики Крым.

В таблице № 1 приведены результаты опроса применения цифровых технологий на виноградниках: ООО «КУБАНЬ-ВИНО», которое с 2024 года перешло в собственность государства, ООО «Абрау-Дюрсо» и ООО «ЮГ-ВИНО».

Таблица 1

Цифровые технологии на виноградниках

№ п\п	Наименование технологии	КУБАНЬ-ВИНО	АБРАУ-ДЮРСО	ЮГ-ВИНО
1	Геоинформационные системы (ГИС) и технологии GPS, «создающие цифровой двойник виноградника»	+	+	+
2	Автоматизированные системы капельного орошения	+	+	-
3	Дроны и БПЛА	+	-	-
4	Датчики температуры и влажности воздуха	+	-	-
5	Датчики почвенной влажности	+	-	-
6	Анализаторы состава почвы	+	-	-
7	Системы машинного зрения и камеры	-	-	-
8	Датчики солнечного света и ультрафиолетового излучения	-	-	-
9	Роботы-виноградари, устройства типа «Кликер» для инвентаризации виноградной лозы	-	-	-
10	Роботы-виноградари типа KLIMA Gen2 для обрезки и формировки виноградной лозы	+	-	-
11	Роботы-виноградари с терминалами типа Galileosky для контроля объёмов собранного винограда	+	-	-
12	Виноградоуборочные комбайны	+	+	-
13	Автономные роботизированные платформы типа АгроЗевс, перемещающиеся по полю, сканирующие насаждения и уничтожающие сорняки лазером	+	-	-
14	Платформы типа Big Data с алгоритмами машинного обучения для анализа полученных данных	+	-	-

Все предприятия используют технологии ГИС и GPS, которые позволяют создавать «цифровой двойник» виноградника. С помощью NDVI-анализа составляются цветные карты, на которых позиционируется каждая виноградная лоза и отражается одно из ее состояний: зеленое (здоровое), желтое (больное) или красное (требуется замена).

Цифровые технологии с применением искусственного интеллекта, такие как системы машинного зрения и камеры не используются ни на одном из анкетированных предприятий.

Данные опросов свидетельствует о наличии стратегического потенциала для цифровизации виноградников ООО «Абрау-Дюрсо» и ООО «ЮГ-ВИНО».

Анализ финансовой отчетности ООО «Абрау-Дюрсо», входящего в состав группы компаний «Абрау-Дюрсо» и занимающегося выращиванием винограда, свидетельствует об убыточной деятельности предприятия в период 2022 - 2024 гг.

В 2024 году выручка предприятия увеличилась на 65,31 % и составила

рекордные 727,34 млн. руб., при этом и сумма убытка увеличилась на 79,69 % и составила 173,17 млн. руб. Внедрение цифровых технологий могло бы стать одним из факторов снижения себестоимости продукции и улучшения финансовых результатов основной деятельности предприятия. В качестве источника инвестиций использовать финансовый потенциал ГК «Абрау-Дюрсо.

В таблице 2 приведены примеры использования цифровых технологий на данных винодельческих предприятиях ООО «КУБАНЬ-ВИНО», ЗАО «Абрау-Дюрсо» и ООО «ЮГ-ВИНО».

Таблица 2

Цифровые технологии на винодельческих предприятиях

№ п\п	Наименование технологии	КУБАНЬ-ВИНО	АБРАУ-ДЮРСО	ЮГ-ВИНО
1	Автоматизированная система управления винодельческим предприятием (или ее отдельные модули) типа Digital Winery ERP с применением ИИ	+	+	-
2	Системы автоматизированного контроля и поддержания температуры и влажности в емкостях для брожения и на складах	+	+	+
3	Автоматизированные системы управления складом типа OXOline с возможностью отслеживания местоположение бочек, состояние вина и истории выдержки	+	-	-
4	Автоматизированные системы контроля ферментации винограда типа Catena Zapata, позволяющие контролировать температуру и другие параметры во время процесса	+	+	-
5	Цифровые системы мониторинга процесса созревания вина в бочках типа Catena Zapata	-	-	-
6	Системы автоматизированного бутилирования вина типа Catena Zapata с точной дозировкой вина	-	+	-
7	Использование компонентов «умных бродильных систем»: датчиков температуры, кислотности, кислорода и углекислого газа с обработкой полученных данных с помощью алгоритмов ИИ	+	-	-
8	Удаленный мониторинг производственных процессов через мобильные и веб-приложения	+	+	-

На всех предприятиях автоматизированы наиболее важные процессы, такие как контроль и поддержание температуры и влажности в емкостях для брожения и на складах. Наиболее высокий уровень автоматизации и цифровизации отмечается на лидерах винодельческой отрасли России: ЗАО «Абрау-Дюрсо» и ООО «КУБАНЬ-ВИНО», чистая прибыль которых за 2024 год составила: 2 027,7 и 754,2 млн. руб. соответственно. ООО «ЮГ-ВИНО» с чистой прибылью за 2024 год в размере 18,9 млн. руб. не располагает требуемыми инвестиционными возможностями. На более мелких предприятиях и винодельнях ситуация еще сложнее. Ввиду ограниченности финансовых ресурсов цифровые технологии здесь внедряются точечно, на наиболее ответственных технологических операциях. Наряду с финансами важную роль здесь играет человеческий фактор. Интервьюирование руководителей частных виноделен Республики Крым: «Жаков», «Золотая балка», «Усадьба Перовских», «Le K2» показывает неоднозначное отношение к внедрению цифровых технологий. Преобладает субъективный подход собственников бизнеса, как правило, основанный на консервативных представлениях о традиционных методах виноделия с применением

ручного труда. И наоборот, основатель винодельни «Le K2», выпускница Университета Бордо, активно сотрудничает с командой разработчиков «Digital Winery» и крупнейшим производителем оборудования для винодельческой промышленности компанией «Металлстроймаш» (г. Краснодар). Частные виноделы едины во мнении, что приоритетами цифровизации должны стать виноградники, где труд наиболее тяжел, а также мониторинг производственных процессов. При этом производство вина необходимо оставить виноделам, сохранив традиционные ценности: культуру и «шарм» виноделия.

Для них важна концепция терруарного виноделия, т.е. сохранение собственного стиля, обеспечение повторяемости вина независимо от климатических и других условий. В этом, по их мнению, могла бы заключаться одна из главных задач искусственного интеллекта.

В ходе интервью были получены предложения по дополнительным направлениям цифровизации виноделия:

1. Создание на государственной основе единой обезличенной базы данных, собираемых цифровыми системами всех предприятий винодельческой промышленности.
2. Реализация SCADA систем в виде приложений к смартфону с интеллектуальным помощником (AI-менеджером) и разделением удаленного доступа к цифровым данным технологического процесса (от виноградника до реализации готовой продукции) для всех должностных лиц.
3. Создание умного «пресса» для винодельческих предприятий, позволяющего автоматически определять оптимальную степень выжимки винограда.

Для оценки состояния и перспектив внедрения цифровых технологий в виноградарстве и виноделии воспользуемся методикой SWOT-анализа. Построение модели SWOT-анализа предполагает оценку благоприятных факторов (сильных сторон и возможностей) и неблагоприятных (слабых сторон и угроз). Визуализация укрупненной модели SWOT-анализа состояния и перспектив внедрения цифровых технологий в виноградарстве и виноделии приведена на рис. 3.



Рис. 3 Модель SWOT-анализа внедрения цифровых технологий

К сильным сторонам цифровизации можно отнести:

1. Повышение качества продукции за счет строгого соблюдения технологического процесса и минимизации человеческого фактора.
2. Экологичность производства. Отказ от гербицидов и пестицидов, переход на органическое и устойчивое виноградарство.
3. Внедрение цифровых технологий позволяет минимизировать ручной труд, снизить трудовые затраты, расход материальных ресурсов и тем самым, повысить рентабельность, эффективность и технологичность виноделия.

Цифровые технологии открываю новые возможности для виноделия.

1. Прежде всего, это расширение спроса за счет выхода на онлайн-продажи выпускаемой продукции.

Кроме того, в настоящее время появились инновационные финансовые продукты - гибридные цифровые права (ГЦП) на винодельческую продукцию. ГЦП сочетают элементы цифровых финансовых активов (ЦФА) и утилитарных цифровых прав (УЦП).

В 2025 году Группа компаний «Абрау-Дюрсо» успешно разместила первые цифровые финансовые активы на платформе Сбера, обеспеченные собственными коллекционными тихими и игристыми винами.

ГЦП могут выпускаться на эксклюзивные коллекции вин, молодое вино и винодельни. Сотрудничество взаимовыгодное. Инвесторы получают права на приобретение коллекционных вин, фьючерсные контракты на вино будущего урожая, а также процентов от развития виноделен. Виноделы – необходимые инвестиции на развитие бизнеса, продвижение бренда, создание уникальных коллекций вин, а также гарантии на реализацию продукции. ГЦП на молодое вино позволяют виноделу получать финансовые средства уже на ранней стадии его производства.

2. Цифровизация винодельческих предприятий, рост прибыли и доходности акций способствуют росту их рыночной стоимости и привлечению заинтересованных инвесторов. В декабре 2025 года по инициативе ГК «Абрау-Дюрсо» состоялась закрытая встреча ведущих экспертов инвестиционного и винного рынков. Главной темой стал вопрос о превращении редких, элитных вин из предмета коллекционирования в полноценный инвестиционный инструмент.
3. Мультипликативный эффект цифровизации стимулирует развитие смежных отраслей, связанных с разработкой и производством оборудования для виноделен, БПЛА, роботов, датчиков, приборов и т.п., а также IT-технологий. Компания «Металлстроймаш» (г. Краснодар) активно работает над совершенствованием выпускаемого оборудования с учетом установки IoT – датчиков.
4. Государственная поддержка в рамках финансовых средств, выделяемых на цифровизацию агропромышленного комплекса России.

К слабым сторонам цифровизации можно отнести:

1. Высокая стоимость, которая определяется необходимостью закупки высокотехнологичного оборудования, внедрения и адаптации цифровых решений под каждое винодельческое предприятие. Это потребует привлечения дополнительных инвестиций, открытия банковской кредитной линии, вложения собственных оборотных средств или получения государственной поддержки на развитие цифровизации. Для малых предприятий и виноделен масштабная цифровизация может быть недоступной.
2. IT-зависимость. Внедрение цифровых технологий предполагает наличие стабильного интернета, в первую очередь мобильного. Без него невозможно обеспечить дистанционную работу робототехники на виноградниках, мониторинг их состояния. Цифровизация предполагает авторский или технический надзор за

работой оборудования в ходе его эксплуатации. Для этого в штате виноделен необходим IT-специалист, либо договор на аутсорсинговое обслуживание. Стоимость аутсорсинга в настоящее время составляет 10-20 тыс. руб. в месяц.

3. Внедрение цифровых технологий требует обучения сотрудников винодельни, повышения их квалификации. Для этого необходимы дополнительные ресурсы и время, готовность персонала к нововведениям. Пока и сотрудники, и руководители, особенно малых виноделен, настороженно относятся к цифровизации. Особенно скептически они настроены в вопросах применения искусственного интеллекта для изготовления вина. Успешный опыт внедрения ИИ на крупных винодельческих предприятиях мог бы стать для них огромным мотиватором.

Цифровизация виноделия предполагает не только обучение сотрудников винодельческих предприятий, но и самих IT-специалистов, занимающихся разработкой и внедрением цифровых решений. Для достижения успехов они должны на практике изучить специфику виноделия и выращивания винограда, работать в тесном контакте с агрономами и виноделами.

Особая задача – это машинное обучение искусственного интеллекта. Пока сложно представить, как передать ИИ многолетний опыт агрономов и виноделов.

Слабые стороны цифровизации являются и источниками ее угроз.

1. Финансовые затраты на цифровизацию могут существенно повлиять на финансовую устойчивость, особенно, малых винодельческих предприятий, привести к их банкротству и закрытию. Внедрение цифровых технологий без инвестиционной оценки проекта, комплексного анализа его эффективности и целесообразности, может стать серьезной финансовой угрозой бизнесу.

Угрозой для цифровизации может стать и финансовое положение самого IT-сектора. Обзор рисков финансовых рынков № 4(96) от апреля 2025 года, подготовленный Банком России, фиксирует отрицательную доходность вложений в акции российских информационной и телекоммуникационной отраслей. С начала 2022 года снижение доходности составило: -44,4 % и -6 % соответственно. Это комплексный негативный сигнал для государства, компаний, инвесторов и самого IT-сектора, свидетельствующий, в том числе, и об устойчивом замедлении темпов цифровизации экономики.

2. Производственные угрозы, в первую очередь, обусловлены оборудованием винодельческих предприятий, на котором не предусмотрена установка «умных» датчиков, систем управления и т.п. Кроме того, интеграция подобных устройств на действующем оборудовании создает опасность всему технологическому процессу.

Использование интернет среды при внедрении цифровых технологий сопряжено с рисками кибератак, которые могут приводить к нарушению работы предприятий, финансовым потерям, утечке конфиденциальных данных.

Системный подход к цифровизации отсутствует. Как правило, разработка цифровых решений и их внедрение на каждом крупном предприятии осуществляется силами собственных IT-специалистов или с привлечением небольших авторских коллективов. Поэтому создаваемые решения не являются универсальными и подвержены угрозе кибератак.

3. Угрозу цифровизации в виноделии представляет отсутствие соответствующей законодательной базы на федеральном уровне.

4. Угрозу может представлять и человеческий фактор. И виноделы, и агрономы, и даже отдельные руководители разного уровня могут воспринимать нововведения как угрозу собственному благополучию и оказывать сопротивление цифровизации.

Заключение:

1. Внедрение цифровых технологий в виноградарство и виноделие является неотъемлемой частью системного перехода экономики России к Индустрии 4.0 как новой модели инновационного развития. Результатом цифровизации отрасли должно стать создание единого высокотехнологичного цифрового кластера, состоящего из экологичных и экономически эффективных «умных» винодельческих предприятий разных форм собственности, позволяющих изготавливать персонализированные вина с заданными свойствами, способными удовлетворить любой потребительский вкус.

2. Для реализации стратегического потенциала цифровизации на современном этапе требуется разработка Концепции цифровизации виноградарства и виноделия с участием представителей всего винодельческого сектора, принятие государственной целевой программы для ее финансирования и регулирующих нормативных правовых актов. Необходимы государственные стандарты, позволяющие интегрировать различные цифровые системы, решения и платформы, обеспечить единый подход к цифровизации отрасли, возможность ее масштабирования.

3. При внедрении цифровых технологий в виноградарство и виноделие необходимо учитывать, что вино представляет собой особый продукт. Это результат искусства, в который виноделы всегда вкладывали и продолжают вкладывать свою душу, и в котором переплетаются винодельческие традиции и природа винограда. Внедряя цифровые технологии в виноделии, важно соблюдать баланс, чтобы вино сохранило свою индивидуальность, исключительность и не растеряло истинных ценителей в процессе алгоритмического совершенствования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перспективные цифровые технологии в виноградарстве и виноделии// Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия». Научные труды. - Том 24. - Краснодар, 2019.

2. Водянников В.Т., Эдер А.В. Цифровизация АПК: оценка и перспективы внедрения в аграрном секторе экономики страны // Агроинженерия. - 2024. Т. 26. - № 2. - С. 49-56.

3. А.Г. Архипов, С.Н. Косогор, О.А. Моторин, М.И. Горбачев, Г.А. Суворов, Е.В. Труфляк Цифровая трансформация сельского хозяйства России – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019 – 80 с.

4. Каманина, А.Н. Современные тренды цифровой трансформации экономической деятельности сельского хозяйства: анализ отечественной и мировой практики // Вестник евразийской науки. - 2023 - Т. 15 - № 3.

5. Амелин С.В. Современные аспекты организации цифрового производства // Экономинфо. - 2024. - Т. 19. - № 2. - С. 5- 18.

6. Гнетько Л.В. Компьютерная модель и комплектация линии по производству безалкогольного напитка функционального назначения//Новые технологии. - 2020. - Т. 16 - № 6. - С. 20-27.

7. Сиюхов Х.Р., Люленков А.Г., Мариненко О.В. Эффективность использования технологического оборудования - главный инструмент бережливого производства // Материалы 40-й Неделя науки МГТУ. – Майкоп: ИП Кучеренко В.О., 2022. – С. 112-114.

REFERENCES

1. Promising digital technologies in viticulture and winemaking//Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking." Scientific works. - Volume 24. - Krasnodar, 2019.

2. Vodyannikov V.T., Eder A.V. Digitalization of the agro-industrial complex: assessment and prospects for implementation in the agricultural sector of the country's economy//Agroengineering. - 2024. T. 26. - № 2. - S. 49-56.

3. A.G. Arkhipov, S.N. Kosogor, O.A. Motorin, M.I. Gorbachev, G.A. Suvorov, E.V. Truflyak Digital Transformation of Russian Agriculture - M.: FGBNU Rosinformagrotech, 2019 - 80 p.

4. Kamanina, A.N. Modern trends in the digital transformation of economic activity of agriculture: analysis of domestic and world practice//Bulletin of Eurasian Science. - 2023 - T. 15 - NO. 3.

5. Amelin S.V. Modern aspects of the organization of digital production//Economінfo. - 2024. - VOL. 19. - № 2. - S. 5- 18.

6. L.V. Gnetko. Computer model and equipment of the line for the production of soft drink for functional purposes//New technologies. - 2020. - T. 16 - NO. 6. - S. 20-27.

7. Siyukhov KH.R., Lyulenkov A.G., Marinenko O.V. The efficiency of using technological equipment is the main tool of lean production//Materials 40th Week of Science MSTU. - Maykop: IP Kucherenko VO, 2022. - S. 112-114.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026



УДК 636.2.082.262:636.234.1 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-225-230

Воспроизводительные качества дочерей быков голштинской породы и их связь с молочной продуктивностью

Reproductive traits of daughters of holstein bulls and their relationship to milk productivity

Профессор А.И. Кузнецов, директор Ф.С. Мирвалиев, Аспирант М.Д. Ашуров, научный сотрудник М.В. Раимов,
Иркутский НИИ сельского хозяйства, kai.2206@mail.ru

Professor A.I. Kuznetsov, Director F.S. Mirvaliev, PhD student M.D. Ashurov, Researcher M.V. Raimov,
Irkutsk Research Institute of Agriculture, kai.2206@mail.ru

Аннотация. Интенсификация отрасли молочного скотоводства зависит от многих факторов, в том числе и от воспроизводительной способности коров.

Немаловажное значение имеет возраст первого осеменения телок и первого отела. Многие ученые и практики наблюдали максимальную молочную продуктивность коров-первотелок при сроке первого осеменения в возрасте 14-16 месяцев. С увеличением возраста старше 18 месяцев в последующем наблюдалось постепенное снижение уровня удоя, а по мнению других наиболее оптимальным сроком первого осеменения является возраст 17-18 месяцев и соответственно отелов – 26-27 месяцев. Интенсификация отрасли молочного скотоводства в крае зависит от воспроизводительной способности коров.

Возраст первого отела в контрольной группе (РИТ =10449 кг) в среднем – 26,9 мес., а в опытной (РИТ=8773 кг) – 26,4 мес. Сервис-период был длиннее у коров контрольной группы (РИТ =10449 кг) в среднем на 20,1 день и составлял 153,9 дней.

Первотелки с РИТ=8773 кг молока осемененные в возрасте 19-20 и 21 месяц и старше превышали показатели молочной продуктивности на 6,1 % и 27,1 % первотелок, осемененных в 17-месячном возрасте. Телки, осемененные в возрасте 21 месяц и старше превосходили по удою первотелок осемененных в 15-месячном возрасте на 1396,8 кг (19,4 %), в 16-месячном возрасте на 1366,5 (18,9 %), в 18-месячном возрасте на 1702,3 кг (23,6 %), в 19-20-месячном возрасте на 1344 кг (18,6 %).

Abstract. The intensification of the dairy farming industry depends on many factors, including the reproductive capacity of cows.

The age of first insemination and first calving of heifers is also significant. Many scientists and practitioners have observed maximum milk yield in first-calving cows when they are first inseminated at 14-16 months of age. As cows age beyond 18 months, a gradual decline in milk yield has been observed. Others believe the optimal age for first insemination is 17-18 months, and, accordingly, for calving, 26-27 months. The intensification of the dairy farming industry in the region depends on the reproductive capacity of cows.

The age at first calving in the control group (RIT = 10,449 kg) was on average 26.9 months, and in the experimental group (RIT = 8,773 kg) – 26.4 months. The service period was longer in cows of the control group (RIT = 10,449 kg) by an average of 20,1 days and amounted to 153.9 days.

First-calf heifers with RIT=8773 kg of milk inseminated at the age of 19-20 and 21 months and older exceeded the milk productivity indicators by 6.1% and 27,1% of first-calf heifers inseminated at the age of 17 months. Heifers inseminated at the age of 21 months and older exceeded the milk yield of first-calf heifers inseminated at the age of 15 months by 1396,8 kg (19,4%), at the age of 16 months by 1366,5 kg (18,9%), at the age of 18 months by 1702,3 kg (23,6%), at the age of 19-20 months by 1344 kg (18,6%).

Ключевые слова: голштинская порода, первотелка, продуктивность, массовая доля жира, , возраст, отел, сервис-период.

Keywords: Holstein breed, first-calf heifer, productivity, fat content, age, calving, service period.

© А.И. Кузнецов, Ф.С. Мирвалиев, М.Д. Ашуров, М.В. Раимов, 2026

В молочном скотоводстве применяют разные методы разведения для ускорения генетического прогресса. Чаще всего осуществляют разные варианты скрещиваний, используя в селекции высокопродуктивных быков-производителей, оцененных по качеству потомства. В результате получают пригодных к интенсивной технологии животных и при совершенствовании скота вовлекаются быки-производители европейской и североамериканской селекции [1,5,9,10].

Использование генофонда голштинского скота в племенных заводах Ленинградской области также показало положительные результаты по молочной продуктивности дочерей. Самый высокий удой был получен от дочерей быков-производителей американской селекции, а дочери канадских производителей превосходили по массовой доле жира своих сверстниц [7,8].

Таким образом, в разных регионах страны используют сперму быков голштинской породы в основном линий Рефлекшн Соверинг, Монтвик Чифтейн, Вис Бек Айдиал, Силинг Трайджун Рокит.

Объектом исследований были дочери быков-производителей АО «Красноярскагроплем», полученные в ОПХ «Курагинское»-филиал ФИЦ КНЦ СО РАН Красноярского края.

Родительский индекс телок (РИТ) рассчитывали по формуле: РИТ = $\frac{М+МО}{2}$ где, М – наивысшая продуктивность матери за 305 дней наивысшей лактации, кг молока); МО – наивысшая продуктивность матери отца за 305 дней лактации, кг молока.

Возраст первого осеменения имеет важное значение. Сроки устанавливают в зависимости от породной принадлежности при достижении живой массы не менее 70 % от живой массы взрослой коровы.

Другими факторами, влияющим на молочную продуктивность, является сухостойный период и сервис-период и самый низкий удой имели коровы с продолжительностью сухостойного периода до 30 дней, самый высокий удой – с продолжительностью сухостойного периода 51-70 дней. Самые высокие показатели удоя были у коров с продолжительностью сервис-периода 121 и более дней ($P<0,05$) [4,5,6]. Наименьшую продуктивность имели коровы с продолжительностью сервис периода до 30 дней, с увеличением до 90 дней был отмечен рост продуктивности у коров, затем постепенное снижение, а сервис-период более 120 дней отрицательно сказывается на продуктивности и приводит к снижению удоя за лактацию [2,3].

Таким образом, сервис-период и сухостойный период оказывают значительное влияние на молочную продуктивность коров. Остается дискуссионным вопрос об оптимальных сроках их продолжительности. Проанализировав научные работы, мы пришли к заключению, что на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров оказывают влияние как генетические (порода и линейная принадлежность, кровность по улучшающей породе) так и паратипические (технология, сезон отела, возраст первого плодотворного осеменения, живая масса при осеменении, продолжительность сухостойного периода и др.) факторы степень и вероятность действий которых зависят от уровня селекционной работы в хозяйстве.

Интенсификация отрасли молочного скотоводства зависит от многих факторов, в том числе и от воспроизводительной способности коров.

Немаловажное значение имеет возраст первого осеменения телок и первого отела. Многие ученые и практики наблюдали максимальную молочную продуктивность коров-первотелок при сроке первого осеменения в возрасте 14-16 месяцев. С увеличением возраста старше 18 месяцев в последующем наблюдалось постепенное снижение уровня удоя, а по мнению других наиболее оптимальным сроком первого осеменения является возраст 17-18 месяцев и соответственно отелов – 26-27 месяцев. В наших исследованиях возраст первого осеменения в обеих группах в среднем составлял 17 месяцев. Возраст первого отела в контрольной

группе (РИТ= 10449 кг) в среднем – 26,9 мес., а в опытной (РИТ=8773 кг) – 26,4 мес. Продолжительность стельности у коров в среднем составляла 270 дней. Сервис-период был длиннее у коров контрольной группы с РИТ =10449 кг молока в среднем на 20,1 день и составлял 153,9 дней (табл. 1).

Таблица 1

Показатели воспроизводства групп с разным РИТ

Группа	Показатели								
	возраст осеменения, мес.			возраст 1 отела, мес.			сервис-период, дней		
	M±m, мес.	σ, мес.	Cv, %	M±m, мес	σ, мес.	Cv, %	M±m, мес.	σ, мес.	Cv, %
Контрольная (РИТ= 10449 кг)	17,9±0,26	2,54	14,1	26,9±0,26	2,54	9,4	153,9±10,4	88,1	57,2
голов	94			94			72		
Опытная (РИТ=8773 кг)	17,4±0,31	2,24	12,9	26,4±0,31	2,24	8,5	133,8±10,7	66,1	49,4
голов	54			54			38		

Из полученных данных следует, что с увеличением уровня продуктивности коров, снижаются показатели воспроизводства.

В зависимости от возраста первого плодотворного осеменения нами были выделены группы первотелок и оценены по показателям продуктивности, живой массе (табл. 2) и доле выбытия первотелок.

Таблица 2

Продуктивность первотелок в зависимости от возраста первого плодотворного осеменения с РИТ=8773 кг

Показатели	Возраст первого плодотворного осеменения, мес.						
	13	15	16	17	18	19-20	21 и старше
n	1	8	13	13	6	6	7
Удой за 305, кг	8672	5817,7 ±226,6	5848,0 ±384,4	5258,2 ±313,1	5512,2 ±158,5	5870,5 ±150,6	7214,5±433,5*
МДЖ, %	4,28	4,66 ±0,18	4,51 ±0,08	4,60 ±0,08	4,56 ±0,14	4,56 ±0,16	4,37±0,25
МДБ, %	3,2	3,45 ±0,04	3,41 ±0,06	3,48 ±0,05	3,44 ±0,04	3,40 ±0,06	3,31±0,02
Живая масса первотелок, кг	501,0	513,1 ±21,4	514,5 ±29,9	513,3 ±27,4	525,7 ±21,3	547,8 ±63,5	547,6±13,3

В 13 месяцев была осеменена только одна телка, она имела самую низкую живую массу по первой лактации (501,0 кг), а уровень молочной продуктивности – 8672 кг, соответствовал расчетному РИТ=8773 кг. Стоит отметить, что по завершению научной работы корова не выбыла из стада и попала в селекционную группу.

Уровень молочной продуктивности мало отличался у первотелок, распределенных в разные группы, в зависимости от возраста первого осеменения.

Установлены достоверные различия по удою между первотелками осемененными в возрасте 19-20 и 21 и старше на 6,1 % (P>0,99) и 27,1 % (P>0,99) соответственно по отношению к группе телок, осемененных в 17-месячном возрасте.

Телки, осемененные в возрасте 21 месяц и старше превосходили по удою первотелок осемененных в 15-месячном возрасте на 1396,8 кг (19,4 %) (P>0,95) (доля влияния возраста первого плодотворного осеменения составила 54,5 %), в 16-месячном возрасте на 1366,5 (18,9 %) (P>0,95), в 18-месячном возрасте на 1702,3 кг (23,6 %) (P > 0,99), в 19-20-месячном возрасте на 1344 кг (18,6 %) (P>0,95).

Полученные данные позволяют сделать заключение о том, что первотелки, осемененные в возрасте 21 месяц и старше, по показателям продуктивности превышали в дальнейшем показатели первотелок осемененных в более ранние сроки в данном хозяйстве.

Аналогичные исследования были проведены в контрольной группе с РИТ=10449 кг (табл.3). В контрольной группе (РИТ=10449 кг) удой за первую лактацию в зависимости от возраста первого осеменения также изменялся незначительно. Высшие удои были получены от первотелок, осемененных в возрасте 20 месяцев. Они превышали показатели первотелок осемененных в 13-14-месячном возрасте на 7,0 %, в 15-месячном возрасте на 8,4 %, в 16-месячном возрасте на 11,8% (P>0,95), в 17-месячном возрасте на 10,5 % (P>0,95), в 18-месячном возрасте на 5,0 %, в 19-месячном возрасте на 7,5 %, в 21 месяц и более старшем возрасте на 4,0 %. Массовая доля жира была максимальной у первотелок, осемененных в возрасте 17 месяцев – 4,68 %, а наименьшей в возрасте 13-14 месяцев – 4,37 % (P>0,95).

Таблица 3

Продуктивность первотелок в зависимости от возраста первого плодотворного осеменения с РИТ=10449 кг

Показатели	Возраст первого плодотворного осеменения, мес.							
	13-14	15	16	17	18	19	20	21 и старше
Опытная группа (РИТ=10449 кг)								
n	4	10	15	15	13	14	12	11
Удой за 305, кг – 1 л.	5869,7 ±431,1	5785,8 ±382,7	5568,7± 244,9	5651,8 ±171,3	5998,8 ±282,9	5839,6 ±201,4	6314,1 ±251,2*	6060,0 ±284,8
МДЖ, %	4,37* ±0,11	4,46 ±0,07	4,59 ±0,12	4,68 ±0,09	4,60 ±0,10	4,62 ±0,08	4,58 ±0,08	4,44 ±0,20
МДБ, %	3,44 ±0,06	3,41 ±0,05	3,42 ±0,03	3,44 ±0,03	3,38 ±0,06	3,42 ±0,03	3,31* ±0,04	3,35 ±0,05
Живая масса первотелок, кг	511,3 ±20,9	514,2 ±7,3	524,1 ±8,4	519,1±7,8	519,3 ±8,3	543,4 ±10,9	527,3 ±13,4	531,2 ±18,7

Необходимо отметить, что родительский индекс телок составил 10449 кг, однако первотелки имели более низкую продуктивность (Таблица 22). Вероятно, более высокие удои могут быть получены в течение последующих лактаций при соблюдении технологии. Применение дисперсионного анализа не выявило значительной доли влияния возраста первого осеменения на уровень молочной продуктивности первотёлок и составило менее 5 %. Большое значение имеет сохранность поголовья, так как от нее зависит рентабельность производства. Доля

выбытия коров-первотелок из опытной группы (РИТ=8773 кг) с продолжительностью сервис-периода в среднем 133,8 дня составила 29,6 %, из контрольной (РИТ= 10449 кг) – 23,4 % с продолжительностью сервис-периода 153,9 дней. Таким образом, возраст первого отела в контрольной группе (РИТ =10449 кг) в среднем – 26,9 мес., а в опытной (РИТ=8773 кг) – 26,4 мес. Сервис-период был длиннее у коров контрольной группы (РИТ =10449 кг) в среднем на 20,1 день и составлял 153,9 дней. Первотелки с РИТ=8773 кг молока осемененные в возрасте 19-20 и 21 месяц и старше превышали показатели молочной продуктивности на 6,1 % (P > 0,99) и 27,1 % (P > 0,99) первотелок, осемененных в 17-месячном возрасте. Телки, осемененные в возрасте 21 месяц и старше превосходили по удою первотелок осемененных в 15-месячном возрасте на 1396,8 кг (19,4 %) (P > 0,95) (доля влияния возраста первого плодотворного осеменения составила 54,5 %), в 16-месячном возрасте на 1366,5 (18,9 %) (P > 0,95), в 18-месячном возрасте на 1702,3 кг (23,6 %) (P > 0,99), в 19-20-месячном возрасте на 1344 кг (18,6 %) (P > 0,95).

В контрольной группе телок (РИТ=10449 кг) высшие удои были получены от первотелок, осемененных в возрасте 20 месяцев. Они превышали показатели первотелок осемененных в 13-14-месячном возрасте на 7,0 %, в 15-месячном возрасте на 8,4 %, в 16-месячном возрасте на 11,8 % (P > 0,95), в 17-месячном возрасте на 10,5 % (P > 0,95). Массовая доля жира была максимальной у первотелок, осемененных в возрасте 17 месяцев – 4,68 %, а наименьшей в возрасте 13-14 месяцев – 4,37 % (P > 0,95). Полученные данные позволяют сделать заключение о том, что телки с РИТ=10449 кг, осемененные в возрасте 20 месяцев и старше, по показателям продуктивности превышают телок осемененных в более ранние сроки в данном хозяйстве. Интенсификация отрасли молочного скотоводства в крае зависит от воспроизводительной способности коров. Возраст первого отела в контрольной группе (РИТ =10449 кг) в среднем – 26,9 мес., а в опытной (РИТ=8773 кг) – 26,4 мес. Сервис-период был длиннее у коров контрольной группы (РИТ =10449 кг) в среднем на 20,1 день и составлял 153,9 дней. Первотелки с РИТ=8773 кг молока осемененные в возрасте 19-20 и 21 месяц и старше превышали показатели молочной продуктивности на 6,1 % (P > 0,99) и 27,1 % (P > 0,99) первотелок, осемененных в 17-месячном возрасте. Телки, осемененные в возрасте 21 месяц и старше превосходили по удою первотелок осемененных в 15-месячном возрасте на 1396,8 кг (19,4 %) (P > 0,95) (доля влияния возраста первого плодотворного осеменения составила 54,5 %), в 16-месячном возрасте на 1366,5 (18,9 %) (P > 0,95), в 18-месячном возрасте на 1702,3 кг (23,6 %) (P > 0,99), в 19-20-месячном возрасте на 1344 кг (18,6 %) (P > 0,95).

В контрольной группе телок (РИТ=10449 кг) высшие удои были получены от первотелок, осемененных в возрасте 20 месяцев. Они превышали показатели первотелок осемененных в 16-месячном возрасте на 11,8 % (P > 0,95), в 17-месячном возрасте на 10,5 % (P > 0,95). Полученные данные позволяют сделать заключение о том, что телки с РИТ=10449 кг, осемененные в возрасте 20 месяцев и старше, по показателям продуктивности превышают телок осемененных в более ранние сроки в данном хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адушинов Д.С. Совершенствование племенных, продуктивных и технологических качеств голштинизированного черно-пестрого скота Восточной Сибири: дис. … докт. сельск. наук. Иркутск, 2006. 314 с.

2. Адушинов Д., Лазарев Н., Истомин А., Митренга В., Adushinov D. Тип телосложения и хозяйственно-полезные признаки голштинизированного черно-пестрого скота // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 5. С. 16-17.

3. Адушинов Д.С., Кузнецов А.И. Экстерьерные особенности коров прибайкальского типа черно-пестрой породы// Главный зоотехник. 2011. № 5. С.

23-25.

4. Адушинов Д.С., Безруков С.А., Гордеева А.К, Мирвалиев Ф.С. Современное состояние мясных пород в Иркутской области// Вестник ИрГСХА. 2017. № 80. С. 17-24.

5. Аширов М.И., Юлдашев А.А. Продуктивные свойства коров голштинской породы разной селекции// Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 7. С. 27-29.

6. Гридин В.Ф. Взаимосвязь молочной продуктивности первотелок различной селекции с промерами тела// Аграрный вестник Урала. 2015. № 1. С. 41-43.

7. Желтиков А.И., Костомахин Н.М., Адушинов Д.С., Зайко О.А., Дементьев В.Н., Незавитин А.Г., Маренков В.Г. Молочная продуктивность коров голштинской и симментальской пород в условиях Новосибирской области // Главный зоотехник. 2020. № 4. С. 41-49.

8. Петрова А.В. Анализ племенных и продуктивных качеств ленинградской популяции айрширского скота// Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 7. С. 22-27.

9. Сидорова В.Ю., Попов Н.А., Иванов В.А. Направленное развитие молодняка голштинской породы//Зоотехния.2019.№1. С.23-27.

10. Четвертакова Е.В., Алексеева Е.А., Лущенко А.Е., Донкова Н.В., Мурзина Т.В., Кириенко Н.Н., Адушинов Д.С. Перспективы развития молочного скотоводства в Красноярском крае // Вестник КрасГАУ. 2018. № 6 (141). С. 94-100.

REFERENCES

1. Adushinov D.S. Improvement of breeding, productive and technological qualities of Holstein black-and-white cattle of Eastern Siberia: dis. ... doct. rural. Sciences'. Irkutsk, 2006. 314 p.

2. Adushinov D., Lazarev N., Istomin A., Mitrenga V., Adushinov D. Body type and economically useful signs of Holstein black-and-white cattle // Dairy and beef cattle breeding. 2011. No. 5. pp. 16-17.

3. Adushinov D.S., Kuznetsov A.I. Exterior features of cows of the Baikal type of black-and-white breed// Chief zootechnician. 2011. No. 5. pp. 23-25.

4. Adushinov D.S., Bezrukov S.A., Gordeeva A.K., Mirvaliev F.S. The current state of meat breeds in the Irkutsk region// Bulletin of the IrGSHA. 2017. No. 80. pp. 17-24.

5. Ashirov M.I., Yuldashev A.A. Productive properties of Holstein cows of different breeding// Dairy and beef cattle breeding. 2018. No. 7. pp. 27-29.

6. Gridin V.F. The relationship of dairy productivity of first-year heifers of various breeding with body measurements// Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. No. 1. pp. 41-43.

7. Zheltikov A.I., Kostomakhin N.M., Adushinov D.S., Zaiko O.A., Dementyev V.N., Nezavitin A.G., Marenkov V.G. Dairy productivity of Holstein and Simmental cows in the Novosibirsk region // The chief zootechnician. 2020. No. 4. pp. 41-49.

8. Petrova A.V. Analysis of breeding and productive qualities of the Leningrad Ayrshire cattle population// Dairy and beef cattle breeding. 2018. No. 7. pp. 22-27.

9. Sidorova V.Yu., Popov N.A., Ivanov V.A. Directed development of young Holstein breed//Zootechny.2019.No. 1. pp.23-27.

10. Chetvertakova E.V., Alekseeva E.A., Lushchenko A.E., Donkova N.V., Murzina T.V., Kiriyenko N.N., Adushinov D.S. Prospects for the development of dairy cattle breeding in the Krasnoyarsk Territory // Bulletin of KrasGAU. 2018. № 6 (141). pp. 94-100.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026



УДК 631.3.072 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-231-239

Применение резиножгутовой и гидропневматической подвесок на базе гусеничной машины в сельскохозяйственной технике

Application of rubber-cord and hydro-pneumatic suspensions based on tracked vehicle platforms in agricultural machinery

Аспирант Р.Н. Скопин, профессор Э.Г. Нуруллин,
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет, кафедра «Машины и оборудования в агробизнесе», skopin-ruslan@mail.ru

PhD student R.N. Skopin, Professor E.G. Nurullin,
Kazan State Agrarian University, Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, skopin-ruslan@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены конструктивные особенности, расчёт и методы испытаний резиножгутовой подвески, а также проектирование гидропневматической подвески на базе гусеничного шасси ВГМ-3401 «Рубикон». Приведён обзор существующих решений для гусеничных движителей, обоснована актуальность внедрения новых типов подвесок в сельскохозяйственные машины [1, 3]. Описаны конструкция и принцип действия резиножгутовой подвески, приведены основные формулы для расчёта её характеристик (например, зависимость момента упругости от деформации резиновых жгутов) [2]. На основе исходных геометрических и эксплуатационных данных ВГМ-3401 выполнены проектировочные расчёты элементов подвески (параметров торсионной трубы, жгутов, балансира, опорных катков и подшипников).

Далее описаны идеи и требования при разработке гидропневматической подвески. На основе предварительного анализа постановлены начальные данные (статическая и динамическая нагрузка, размеры поршня, передаточное отношение), проведён расчёт параметров пневмобаллона и гидроцилиндра. Изложена методика экспериментальных исследований. Для резиножгутовой подвески – статические испытания на стенде с измерением угла и момента при нагружении, для гидропневматической – стендовые и опытно-промышленные испытания с определением зависимостей силы от хода и давления в системе.

Приведены примеры расчётов и результаты испытаний – рабочий ход резиножгутовой подвески составил 40°, при этом максимальное воздействие (с учётом демпфирования) достигало заданного уровня; проектируемая гидропневматическая система обеспечивает регулируемую жёсткость (при максимальном давлении 20 МПа достигается расчётная статическая нагрузка). Результаты оформлены в виде таблиц и графиков (параметров подвесок, нагрузочных характеристик).

В заключении обобщены выводы. Резиножгутовая подвеска позволяет повысить плавность хода при невысоких скоростях и простоте конструкции, однако имеет ограниченный ресурс и не регулируется. Гидропневматическая подвеска даёт широкий диапазон регулирования и повышенную энергоёмкость, но сложнее по устройству. Предложена гипотеза о разработке комбинированной подвески. Например, использование резиножгутового элемента в качестве резервного демпфера для гидропневматической системы или создание полуактивной системы подвески с изменяемой жёсткостью (управляемые клапаны, регулируемые амортизаторы) [6, 7]. Полученные результаты могут лечь в основу разработки перспективной адаптивной подвески нового поколения для сельскохозяйственных тракторов.

Abstract. The paper presents the design, calculation, and testing methods of a rubber-cord (elastic torsion) suspension, as well as the design justification of a hydropneumatic suspension based on the tracked chassis VGM-3401 «Rubicon». An overview of existing track suspension solutions is given, and the relevance of implementing new suspension types in agricultural machinery is substantiated. The structure and operating principle of the rubber-cord suspension are described, with key formulas for its characteristics (e.g. the torque–angle relationship of the rubber cords). Using the geometric and operating parameters of VGM-3401, the main suspension elements were designed: the torsion tube, rubber cords, balance arms, road wheels and bearings.

© Р.Н. Скопин, Э.Г. Нуруллин, 2026

Then, the design rationale for the hydropneumatics suspension is presented. Initial data (static and dynamic load, piston size, lever ratio) were set for the preliminary design. The calculation of the pneumatic spring (pneumatic accumulator) and hydraulic cylinder parameters was carried out. The experimental methodology is detailed: for the rubber-cord suspension – static bench tests measuring angle and torque under loading; for the hydropneumatic system – bench and field tests measuring force-displacement and hydraulic pressures.

Examples of calculations and test results are presented: the rubber-cord suspension achieved a working deflection of about 40°, with maximum load close to the designed value; the designed hydropneumatic system provides adjustable stiffness (with 20 MPa maximum pressure achieving the specified static load). Results are shown in tables and graphs.

In conclusion, it is summarized that the rubber-cord suspension improves ride smoothness at low speeds and has a simple design but limited life and no adjustability. The hydropneumatic suspension offers wide adjustment range and higher energy absorption but is more complex. A hypothesis is proposed for a combined suspension: e.g. using a rubber-cord element as an auxiliary damper for a hydropneumatic system, or developing a semi-active suspension with variable stiffness (controlled valves or adjustable dampers). The obtained results could serve as a basis for designing a promising adaptive suspension for agricultural tractors.

Ключевые слова: резиножгутовая подвеска; гидропневматическая подвеска; гусеничное шасси; ВГМ-3401 «Рубикон»; подвеска ходовой системы; сельскохозяйственная техника.

Keywords: rubber-cord suspension; hydropneumatic suspension; tracked chassis; VGM-3401 Rubicon; crawler tractor suspension; agricultural machinery.

Общая классификация гусеничных движителей представлена в работе [7]. Гусеничные самоходные машины находят всё более широкое применение в сельском хозяйстве благодаря высокой проходимости и низкому удельному давлению на почву [2, 3]. Рост требований к скорости движения, плавности хода и надёжности таких машин обусловливает необходимость совершенствования подвесных систем гусеничных движителей [1, 4]. В классической технике применяются жёсткие или полужёсткие подвески (жёсткий ход с рамой или тележкой), либо простейшие упругие элементы – торсионы и рессоры, обеспечивающие лишь базовый уровень амортизации [1,4]. Однако эти системы не позволяют достичь хорошей плавности хода при изменяющихся нагрузках и скоростях. Современные исследования [4, 5, 9] показывают, что для улучшения эксплуатационных свойств гусеничных движителей требуется применять более сложные упруго-демпфирующие элементы с нелинейными характеристиками и возможностью регулировки (например, гидропневматические или контролируемые подвески). Анализ существующих конструкций подвески показывает, что резиножгутовые и гидропневматические системы рассматриваются как перспективные для гусеничной техники. Резиножгутовые подвески, применяемые в прицепах и лёгких транспортных средствах, обладают высокой энергоёмкостью и автономной амортизацией за счёт резиновых элементов [2]. Гидропневматические подвески широко известны в автомобильной промышленности (например, Citroën, Mercedes) и характеризуются плавным ходом и возможностью автоматической регулировки клиренса [6]. Такие системы обеспечивают широкий диапазон жёсткости и демпфирования, что позволяет адаптировать подвеску к разным условиям работы, однако они сложнее и дороже. Из отечественных источников [1, 4, 5] отмечается, что актуальна разработка компактных регулируемых подвесок для сельхозтехники, сочетающих преимущества пассивных и активных систем. В частности, современные интеллектуальные подвески стремятся объединить пассивную надёжность с возможностью изменения характеристик по требованию оператора [4].

Таким образом, проведён анализ управляемых и нерегулируемых подвесок гусеничных машин, выявлены их достоинства и ограничения. На базе этого анализа поставлена цель – исследовать конструкцию и расчёт резиножгутовой подвески, а также спроектировать и обосновать гидропневматическую подвеску на шасси ВГМ-

3401 «Рубикон». В настоящей работе использованы данные литературы и материалы проведённых расчётов и опытных испытаний для разработки новых вариантов подвесок. Резиножгутовая подвеска представляет собой торсионную систему, в которой жёсткий металлический торсион (ось или вал) замещается упругим стержнем из эластичных резиновых жгутов. Конструкция подвески обычно включает внутреннюю и наружную трубы (чаще всего шестигранные или квадратные) с запрессованными между ними резиновыми жгутами [2]. При изгибе или скручивании подвески резиновые жгуты работают на сжатие и кручение, обеспечивая нелинейную упругость и демпфирование. Например, в системах Knott Autoflex применяется квадратная наружная труба с четырьмя жгутами, а у AL-KO – шестигранная труба с тремя жгутами. Принцип действия иллюстрирует рисунок подвески (внутренняя труба жестко соединена с осью балансиров, а внешняя – с рамой машины). При наезде катка на неровность возникает угловая деформация резиножгутового торсиона, передающая момент на балансир и затормаживающая движение катка. Основные параметры резиножгутовой подвески рассчитываются по известным формулам торсионного расчёта. Так, крутящий момент M и угловая деформация φ жгута связаны кривой упругости резины (невынужденно нелинейная). При малых φ – приблизительно линейная, затем затухающая. Жёсткость подвески определяется эффективным модулем упругости жгута, его геометрией (длина и диаметр жгута, число витков, коэффициент Пуассона и др.) [2]. В расчёте принимаются следующие этапы:

1. Выбор числа и диаметра жгутов по заданной грузоподъёмности и грузу на один опорный каток, определение крутящего момента:

$$M = F \cdot a,$$

где: F – сила от груза на каток, a – плечо (расстояние от катка до оси торсиона).

Затем вычисляется угловая деформация^

$$\varphi = M / KT,$$

где KT – статическая упругость (жесткость) подвески.

2. Для обеспечения требуемого хода подвески (обычно 30–50°) подбираются размеры торсионной трубы и длина жгута.

Для движения в заданном интервале нагрузок важна также проверка прочности элементов. В частности, резиновая манжета катка рассчитывается на номинальное удельное давление в шине (с учётом радиальной нагрузки и коэффициента упругости шин) [3]. Опорный каток анализируется как ребристый бандаж (скользящий по балансирам), учитывается толщину и ширину шины. Подшипник катка (обычно шариковый радиальный) выбирается по требуемой динамической грузоподъёмности C с учётом частоты вращения при рабочей скорости машины. Балансир рассматривается как двухопорная консольная балка под угловой нагрузкой – его прочность проверяется на изгиб и крутящий момент в наиболее неблагоприятном положении (обычно при упоре в ограничитель хода).

Параметры конструкции резиножгутовой подвески, спроектированные для ВГМ-3401, приведены в Таблице 1. Для гусеничной тележки подсчитаны статическая нагрузка на один каток, требуемый момент на торсионе и, исходя из этого, подобраны геометрические размеры труб и жгутов. Разница между теорией и практикой невелика. При испытаниях на стенде фактический ход подвески составил порядка 40° [1], что близко к расчётному.

Данные таблицы были уточнены прототипированием и испытаниями – испытательный стенд позволил определить, что при угле 35°–40° подвеска достигает полного рабочего хода и далее ограничивается отбойником [1].)

В результате анализов (включая заводские испытания резиножгутовой подвески) выяснилось, что для ВГМ-3401 предпочтительна регулируемая подвеска пневмогидравлического типа. Слабые стороны резиножгутовой схемы – ограниченный ресурс резины, отсутствие регулировки жёсткости и значительные конечные усилия при большой деформации – обосновали переход к гидропневматике. Гидропневматическая подвеска состоит из гидроцилиндров и пневмобаллона, соединённых так, что в качестве упругого элемента выступает сжатый газ [6]. При этом управление подвеской может осуществляться изменением давления газа или положением регулирующего клапана.

Таблица 1

Исходные данные и основные параметры резиножгутовой подвески

Параметр	Значение	Расчет
Полная масса машины, M	3000 кг	
Количество опорных катков, n	12 шт.	(6 на борт)
Нагрузка на один каток, Fст	250 кг	Fст = M / n = 3000 / 12
Рабочий статический ход, φстр	40 °	
Максимальный расчетный момент на торсионе, Mmax	37.5 кг·м	Mmax = Fст · a = 250 · 0.15
Длина торсионной трубы (между опорами)	600 мм	
Наружный диаметр трубы	80 мм	Шестигранник
Диаметр резинового жгута	18 мм	
Количество жгутов	3 шт.	
Коэффициент безопасности (усталость)	1.5	

При проектировании гидропневматической подвески приняты следующие исходные данные: статическая нагрузка на каждый каток Fст=250 кг (как и для резиножгута), динамическая нагрузка при ударе (при упоре на отбойник) Fdyn≈1000 кг (на один каток), максимальная желаемая величина сжатия подвески x=200 мм.

Выбрано два варианта схемы – с телескопическим и с диафрагменным пневмоэлементом. В обоих вариантах реализовано передаточное отношение между усилием при катке и усилием на штоке гидроцилиндра λ≈4 (учитывая рычажный механизм). Исходные данные для расчёта приведены в Таблице 2 (в скобках указаны параметры второго варианта).

Таблица 2

Исходные данные для проектирования гидропневматической подвески

Параметры	Телескопический вариант	Диафрагменный вариант
Диаметр поршня цилиндра, мм	50	63
Площадь поршня, см²	19,63	31,17
Статическая сила на подвеску, кг	250	250
Передаточное отношение λ	4	4
Максимальное давление, МПа (кгс/см²)	20 (≈200)	12,5 (≈125)
Динамический ход, мм	200	200

На основании этих данных рассчитаем размеры пневмоаккумулятора и гидроцилиндра. Например, для телескопического варианта при давлении газа до 20 МПа рабочий ход 200 мм обеспечивает необходимые упругие характеристики. Гидроцилиндр с поршнем 50 мм (площадь 19,63 см²) с усилением λ=4 даёт статическое усилие 250·9.81≈2453 Н при давлении 20 МПа (расчет: $19{,}63 \cdot 20 \cdot 10^6 = 3.926 \cdot 10^8$ Н, но учтена передаточная механика). Аналогично, в диафрагменном варианте выбран поршень 63 мм (площадь 31,17 см²) при давлении

12,5 МПа. Проектировочный расчёт гидропневмоподвески включал проверку соотношений объёмов и давлений по закону Бойля–Мариотта для начальных и рабочих состояний, а также оценку энергоёмкости сжатого газа. Учтено, что при наибольшей загрузке высота сжатия воздуха соответствует ходу подвески + запас хода для демпфирования. Расчётное устройство подвески показало, что при рабочем давлении 20 МПа полная упругая характеристика системы обеспечивает плавное восприятие ударных нагрузок (большая жёсткость на малых ходах и плавное снижение по мере сжатия газа).

На рис. 1 и рис. 2 приведены схематические чертежи двух вариантов гидропневматической подвески (с телескопическим и с диафрагменным элементом). Оба варианта предусматривают регулируемый перепускной клапан для изменения рабочего объёма газа и, соответственно, жёсткости системы.

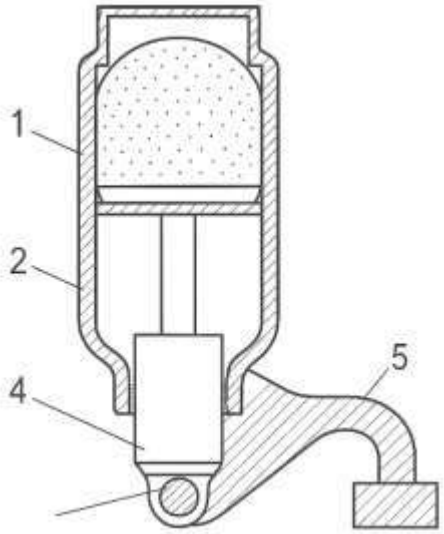


Рис. 1. Конструкция гидропневматической подвески с телескопическим пневмоэлементом (1 – цилиндр, 2 – поршень, 3 – пневмобаллон, 4 – ограничитель хода, 5 – балансир)

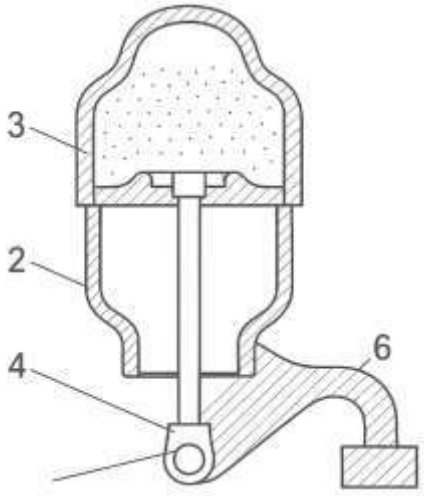


Рис. 2. Гидропневматическая подвеска с диафрагменным пневмоэлементом (1 – корпус пневмобаллона, 2 – переходной клапан, 3 – шток гидроцилиндра, 4 – балансир, 5 – ограничитель)

Расчёты показали, что оба варианта могут обеспечить заданные

характеристики. На рис. 3 иллюстрирован пример нагрузочной характеристики – зависимость усилия от перемещения пневмосистемы. Отмечено, что гидропневматическая система имеет нелинейную характеристику – сначала относительно жёсткий отклик (сжатие газа даёт растущий отбойник), затем более мягкая часть по мере увеличения хода.

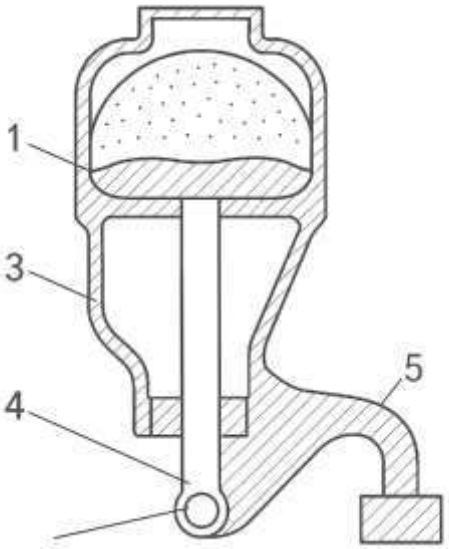


Рис. 3. Расчётная зависимость усилия F от сжатия пневмобаллона (Источник данных – расчёты по исходным параметрам таблицы 2)

Для проверки проектных решений была разработана программа испытаний обеих подвесок. Методика статического испытания резиножгутовой подвески заключалась в нагружении подвески ступенчатыми силами и регистрации угла поворота балансиров и реакции в торсионе [1]. Опорный каток с подвеской устанавливали на гидравлический пресс, который с определённой скоростью создавал давление. С помощью датчиков фиксировался угол проворота балансиров и соответствующее усилие. В ходе испытания определялись «рабочий ход» (угол, при котором жгуты достигают спроектированной деформации) и момент закрутки при различных нагрузках. Итоговые экспериментальные данные (усилие–угол) сравнивались с теоретически рассчитанными кривыми. Как показали испытания, реальные значения усилий оказались близки к расчётным. При угле ~40° подвеска вышла на проектную жёсткость, после чего установлен отбойник на 35° предотвращал разрушение узлов.

Методика испытания гидропневматической подвески включала стендовые и ходовые этапы. На стенде гидроцилиндр и пневмобаллон соединяли трубопроводом с измерителями давления. Сначала проводилась калибровка: заполняли баллон заданным давлением и фиксировали характеристику в статике (деформация – давление). Затем замерялись переходные процессы: подъем и сброс давления, амплитуда колебаний при внешней вибрации стенда. Фактическая зависимость силы в цилиндре от его хода регистрировалась при имитации нагрузки катком или пресса. После стендовых испытаний собранный агрегат гидропневматической подвески монтировали на гусеничный движитель «Рубикон» и проводили ходовые испытания. При движении по раскисшей почве и при наездах на искусственные неровности замеряли реакции подвески: изменение клиренса машины, давления в системе и ускорений в кабине.

Результаты испытаний гидропневматики показали её регулируемую жёсткость и хорошие демпфирующие свойства. При увеличении давления газа амплитуда

колебаний уменьшалась, а ход подвески мог быть адаптирован под разные условия. При максимальном давлении ~20 МПа система выдерживала пробный ударный импульс, соответствующий Fdyn=1000 кг, без резкого «ударного пробоя» благодаря сжатию газа. Таким образом, методика позволила подтвердить расчёты – гидропневматическая подвеска работает как проектировалось, обеспечивая плавность хода и приспосабливаемость к нагрузкам.

Результаты испытаний обоих типов подвесок оформлены в виде таблиц и диаграмм (например, таблица измеренных углов и моментов для резиножгута, график Fx для гидроэлемента). Эти данные использованы для оценки эффективности и для корректировки проектных параметров.

В результате проведённого исследования получены следующие основные выводы:

1. Простая и надёжная конструкция резиножгутовой подвески хорошо поглощает низкочастотные колебания и удары за счёт высокой энергоёмкости резины. Обеспечивает плавный ход на малых скоростях и невысоких частотах. При статической нагрузке ее жёсткость оказалась близкой к расчётной (рабочий угол ~40°). Ключевые недостатки – ограниченный ресурс (из-за утомления резиновых жгутов) и отсутствие возможности регулировки жёсткости. Кроме того, при превышении заданного хода наблюдается резкий рост усилия (что потребовало установки демпферов-отбойников).

2. Гидропневматическая подвеска оказалась высоконастраиваемой и обеспечивающей заданный диапазон жёсткости. При давлении до 20 МПа система обеспечивала расчетные статические нагрузки и выдерживала динамические нагрузки без пробоя. На стенде отмечено, что при росте давления демпфирование становится более жёстким, а при падении – мягким. Система позволила автоматически изменять клиренс и жёсткость в зависимости от условий (эффект «подвески с переменным клиренсом»). Сложность заключается в управлении и надёжности гидрооборудования, но эти вопросы решаются современными электронными системами.

3. На основе анализа [1, 3, 6, 10] подтверждена актуальность разработки регулируемых подвесок для сельскохозяйственной техники. Полученные данные согласуются с выводами других авторов – современные подвесочные системы с регулируемыми параметрами могут существенно повысить мобильность и комфорт гусеничных машин.

4. Учитывая сильные и слабые стороны обоих типов подвесок, предполагается, что перспективным может быть создание комбинированного решения. Так, один вариант – использование резиножгутовых элементов в качестве «резервной» или вспомогательной системы демпфирования для гидропневматической подвески, например, для удержания подъёмного веса при выключенных насосах или в аварийной ситуации. Другой возможный подход – разработка полуактивной подвески, в которой гидропневматический элемент снабжён регулируемым клапаном, а резиножгут служит как нелинейный упругий буфер [6, 7]. Такая подвеска могла бы объединить простоту пассивного демпфера и адаптивность активного управления, обеспечивая «подвеску с небесным креплением» – эффект виртуального подвешивания масс машины без опоры [4, 6].

Таким образом, результаты настоящей работы могут быть использованы при разработке новой подвески – они дают исходные данные для параметрического моделирования, позволяют оценить предельные нагрузки и уточнить конструкцию компонентов. На их основе может быть проверена гипотеза о преимуществах гибридной или интеллектуальной системы подвески, сочетающей резиножгутовую энергоёмкость и гидропневматическую настраиваемость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скопин Р.Н., Нуруллин Э.Г. Анализ управляемых систем подвески гусеничных машин. Журнал «Машины и оборудование в агробизнесе», №3, 2024, с. 45–52.

2. Лощенко А.В., Завалин П.Н., Болотов Д.Б. Модернизация подвески гусеничных движителей. Сборник научных трудов Воронежского ГАУ, 2019, вып. 12, с. 78–84.

3. Лощенко А.В., Болотов Д.Б., Завалин П.Н. Анализ конструкции гусеничных движителей мобильных энергетических средств и перспективы их развития. Сборник «Вопросы военной техники», №9, 2019, с. 12–18.

4. Гайнуллин И.А. Повышение эксплуатационных свойств движителей машинно-тракторных агрегатов. Журнал «Успехи современной науки», №2 (4), 2017, с. 140–145.

5. Эдигаров В.Р., Кургузова О.А. и др. Совершенствование гусеничного движителя многоцелевых гусеничных машин. Тез. докл. XI Всерос. конф. «Машины АПК», 2010, с. 212–216.

6. Yang F., Du Y., Li W., Li Z., Mao E. Innovative Design Method of Hydro-Pneumatic Suspension for Large High-Clearance Sprayer Based on Improved NSGA-II Algorithm. Agriculture, Vol. 13, No. 5, 2023, Art. 1071. DOI:10.3390/agriculture13051071.

7. Qin B., Zeng R., Li X., Yang J. Design and Performance Analysis of the Hydropneumatic Suspension System for a Novel Road-Rail Vehicle. Applied Sciences, Vol. 11, No. 5, 2021, Art. 2221. DOI:10.3390/app11052221.

8. Нуруллин Э. Г., Скопин Р. Н., Бушуев А. В., Кисляков Е. А. Общая классификация гусеничных движителей самоходных машин // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса : научные труды Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Казань, 29–30 октября 2024 г. – Казань: Казанский ГАУ, 2024. – С. 34–43. – EDN YHZXBS.

9. Скопин Р. Н., Нуруллин Э. Г. Обзор существующих видов и конструкций гражданских гусеничных машин // Прикладные исследования в агроинженерии: научные труды Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых учёных, Казань, 22 ноября 2023 г. – Казань: Казанский ГАУ, 2024. – С. 30–39. – EDN FCEGPS.

10. Скопин Р. Н., Нуруллин Э. Г. Анализ существующих конструкций гусеничных движителей и схем управления подвеской // Прикладные исследования в агроинженерии : научные труды Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых учёных, Казань, 22 ноября 2023 г. – Казань: Казанский ГАУ, 2024. – С. 23–29. – EDN FYOIXK.

11.

REFERENCES

1. Skopin R.N., Nurullin E.G. Analysis of Controlled Suspension Systems for Tracked Vehicles. Machinery and Equipment in Agribusiness, no. 3, 2024, pp. 45–52.

2. Loshchenko A.V., Zavalin P.N., Bolotov D.B. Modernization of Tracked Propulsion Unit Suspension. Collection of Scientific Works of Voronezh State Agrarian University, iss. 12, 2019, pp. 78–84.

3. Loshchenko A.V., Bolotov D.B., Zavalin P.N. Analysis of Tracked Propulsion Unit Design for Mobile Power Vehicles and Development Prospects. Military Equipment Issues, no. 9, 2019, pp. 12–18.

4. Gainullin I.A. Improvement of Operational Properties of Machine-Tractor Unit Propulsion Systems. Advances in Modern Science, vol. 2, no. 4, 2017, pp. 140–145.

5. Edigarov V.R., Kurguzova O.A., et al. Enhancement of Tracked Propulsion Systems for Multipurpose Tracked Vehicles. Abstracts of the XI All-Russian Conference "Machinery for AIC", 2010, pp. 212–216.

6. Yang F., Du Y., Li W., Li Z., Mao E. Innovative Design Method of Hydro-Pneumatic Suspension for Large High-Clearance Sprayer Based on Improved NSGA-II Algorithm. Agriculture, vol. 13, no. 5, 2023, Art. 1071. DOI:10.3390/agriculture13051071.

7. Qin B., Zeng R., Li X., Yang J. Design and Performance Analysis of the Hydropneumatic Suspension System for a Novel Road-Rail Vehicle. Applied Sciences, vol. 11, no. 5, 2021, Art. 2221. DOI:10.3390/app11052221.

8. Nurullin E.G., Skopin R.N., Bushuev A.V., Kislyakov E.A. General Classification of Tracked Propulsion Systems for Self-Propelled Machines. In: Current State and Development Prospects of the Technical Base for Agro-Industrial Complex: Proceedings of the All-Russian National Scientific-Practical Conference, Kazan, October 29–30, 2024. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2024, pp. 34–43. EDN YHZXBS.

9. Skopin R.N., Nurullin E.G. Review of Existing Types and Designs of Civilian Tracked Vehicles. In: Applied Research in Agricultural Engineering: Proceedings of the All-Russian National Scientific-Practical Conference of Young Scientists, Kazan, November 22, 2023. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2024, pp. 30–39. EDN FCEGPS.

10. Skopin R.N., Nurullin E.G. Analysis of Existing Tracked Propulsion System Designs and Suspension Control Schemes. In: Applied Research in Agricultural Engineering: Proceedings of the All-Russian National Scientific-Practical Conference of Young Scientists, Kazan, November 22, 2023. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2024, pp. 23–29. EDN FYOIXK.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 636.2:619:618 (075.8) DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-240-244

Распространенность бесплодия у коров

Prevalence of infertility in cows

Заведующая кафедрой Л.Г. Войтенко, аспирант И.В. Новожилов,
Донской государственный аграрный университет, кафедра акушерства, хирургии и физиологии домашних животных, тел: 8-951-490-65-58, voitenko.olya@mail.ru.
Технолог Ю.С. Гнидина,
ООО «Агрофирма «Деметра», Тел:89518209054.
Доцент А.М. Атаев,
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, кафедра ветеринарной медицины, тел: 8-951-490-65-58
Студент Б.А. Семенютин,
Донской государственный аграрный университет, биотехнологический факультет, Тел:89289044735.

Head of the Department L.G. Voytenko, postgraduate student I.V. Novozhilov,
Don State Agrarian University, Department of Obstetrics, Surgery and Physiology of Domestic Animals, phone: 8-951-490-65-58, voitenko.olya@mail.ru.
Technologist Yu.S. Gnidina,
LLC "Agrofirm Demetra", Phone:89518209054.
Associate Professor A.M. Ataev,
Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Department of Veterinary Medicine,
tel: 8-951-490-65-58
Student B.A. Semenyutin,
Don State Agrarian University, Faculty of Biotechnology,

Аннотация: В данной статье представлены результаты изучения распространенность бесплодия у коров, которые были проведены в 2025 году на кафедре акушерства, хирургии и физиологии домашних животных Донского Государственного Аграрного Университета. В организации скотоводства в настоящее время все чаще применяют промышленные способы производства, ведущие к специализации агропредприятий, к большой концентрации коров и максимальным использованием их потенциала. Этот интенсивный переход к промышленным способам ведения как мясного, так и молочного животноводства приводит к необходимости увеличения темпа воспроизводства крупного рогатого скота, но эффективному воспроизводству и повышению продуктивности коров в большой мере мешает такой фактор как бесплодие, из-за которого сельхозпредприятия несут огромные убытки. Существенно превышает ущерб от бесплодия коров от всех заразных и незаразных болезней в совокупности, который суммируется из недополучения значительного количества приплода и сельскохозяйственной продукции. В научной работе была представлена цель - изучить распространение бесплодия у коров. Задачами: изучить распространенность искусственно-приобретенного бесплодия у коров; изучить эффективность профилактики искусственно-приобретенного бесплодия с использованием искусственного осеменения и способов стимуляции половой функции коров. Распространение бесплодия у коров проводили с использованием системы управления воспроизводством стада DAIRYCOMPЖ, которая позволяет синхронизировать все процессы: контроль гормон-программы, охоты, и осеменение и УЗИ, исключить пропуски или задваивание коров. Искусственное осеменение коров проводили ректоцервикальным способом. Сперму вводили в канал шейки матки. Для этого использовали комплект инструментов и материалов: шприц Кассу, изготовленный из стали, чехлы полипропиленовые и санитарные чехлы из пленки полиэтиленовой. В результате проведенных исследований выяснили, что искусственно-приобретенное бесплодие наблюдается реже в 1,94, и старческое - в 7,48 раз. Использование искусственного осеменения и способов стимуляции половой функции коров показало высокую эффективность профилактики искусственно-приобретенного бесплодия.

© Л.Г. Войтенко, И.В. Новожилов, Ю.С. Гнидина, А.М. Атаев Б.А. Семенютин, 2026

Abstract: This article presents the results of a study of the prevalence of infertility in cows, which were conducted in 2025 at the Department of Obstetrics, Surgery and Physiology of Domestic Animals of the Don State Agrarian University. Nowadays, industrial production methods are increasingly used in the organization of cattle breeding, leading to the specialization of agricultural enterprises, to a large concentration of cows and the maximum use of their potential. This intensive transition to industrial methods of both meat and dairy farming leads to the need to increase the rate of reproduction of cattle, but effective reproduction and increased productivity of cows are greatly hampered by factors such as infertility, which causes agricultural enterprises to incur huge losses. The damage from infertility of cows from all contagious and non-contagious diseases in the aggregate, which is summed up from the loss of a significant amount of offspring and agricultural products, significantly exceeds. The scientific paper presented the goal of studying the spread of infertility in cows. Objectives: to study the prevalence of artificially acquired infertility in cows; to study the effectiveness of the prevention of artificially acquired infertility using artificial insemination and methods of stimulating the sexual function of cows. The spread of infertility in cows was carried out using the DAIRYCOMP herd reproduction management system, which allows synchronizing all processes: control of the hormone program, hunting, and insemination and ultrasound, to exclude skipping or doubling of cows. Artificial insemination of cows was carried out by rectocervical method. The sperm was injected into the cervical canal. To do this, we used a set of tools and materials: a cash register syringe made of steel, polypropylene covers and sanitary covers made of polyethylene film. As a result of the conducted research, it was found that artificially acquired infertility is observed less frequently by 1.94 times, and senile infertility by 7.48 times. The use of artificial insemination and methods of stimulating the sexual function of cows has shown high effectiveness in preventing artificially acquired infertility.

Ключевые слова: коровы, распространенность бесплодия, воспроизводство, ущерб, искусственное осеменение, стимуляция.

Keywords: cows, infertility prevalence, reproduction, damage, artificial insemination, stimulation.

В наше время в организации скотоводства все чаще применяют промышленные способы производства, ведущие к специализации агропредприятий, к большой концентрации коров и максимальным использованием их потенциала. Такой интенсивный переход к промышленным способам ведения как мясного, так и молочного животноводства приводит к необходимости увеличения темпа воспроизводства крупного рогатого скота [4,5,7,8,9].

Однако эффективному воспроизводству и повышению продуктивности коров в большой мере мешает такой фактор как бесплодие, из-за которого сельхозпредприятия несут огромные убытки. Ущерб от бесплодия коров превышает ущерб от всех заразных и незаразных болезней в совокупности. Ущерб суммируется из недополучения значительного количества приплода и сельскохозяйственной продукции. В среднем в России недополучают 20 – 30 телят на 100 коров и среднегодовой удой бесплодной коровы уменьшается на 28-35 %. По данным ведущих ученых, за каждые сутки от бесплодной коровы теряют до 3 - 5 л молока [1,2,3,6]. В научной работе была представлена цель - изучить распространение бесплодия у коров. Задачи:

1. Изучить распространенность искусственно-приобретенного бесплодия у коров.
2. Изучить эффективность профилактики искусственно-приобретенного бесплодия с использованием искусственного осеменения и способов стимуляции половой функции коров.

Распространение бесплодия у коров проводили с использованием системы управления воспроизводством стада DAIRYCOMPЖ, которая позволяет синхронизировать все процессы: контроль гормон-программы, охоты, и осеменение и УЗИ, исключить пропуски или задваивание коров. Система по ветеринарии содержит протоколы, которые экономят время на введении информации и исключают различные ошибки в работе ветеринарных врачей. Позволяет проанализировать эффективность схем и препаратов и изучить распространение бесплодия у коров. Бесплодной считали корову, не осемененную плодотворно через 60 дней после родов. Разновидности выявленного бесплодия у коров изучали, руководствуясь общепринятой акушерско-гинекологической методикой.

Устанавливали нормативные показатели функционального состояния животных. Из коров, у которых не была выявлена патология яичников, но в охоту они длительно не приходили и считались бесплодными по результатам ректального обследования, сформировали 2 группы – опытную и контрольную, по 22 голов в каждой. Для стимуляции половой функции и индуцирования охоты у коров использовали 2 способа, применяемые в хозяйстве (таблица 1). Искусственное осеменение коров проводили ректоцервикальным способом. Сперму вводили в канал шейки матки. Для этого использовали комплект инструментов и материалов: шприц Кассу, изготовленный из стали, чехлы полипропиленовые и санитарные чехлы из пленки полиэтиленовой.

Таблица 1

Способы стимуляции половой функции у коров

Группа коров,	Способы
Опытная группа, n - 26	1день – Сурфагон в дозе 10 мл, внутримышечно, однократно 1 день Фоллимаг + Физраствор (2:8 мл) в дозе 5 мл 14 день - Эстрофантин 3 мл внутримышечно, утром 17 день – осеменение, через 72 часа после введения Эстрофантина 17 день - Сурфагон 10 мл, непосредственно после осеменения, однократно 24 день - Прогестамаг 5 мл внутримышечно, однократно
Контрольная группа, n - 26	1день – Сурфагон в дозе 10 мл, внутримышечно, однократно 14 день - Эстрофантин 3 мл 3 мл внутримышечно, утром 17 день – осеменение, через 72 часа после введения Эстрофантина 17 день - Сурфагон 10 мл, непосредственно после осеменения, однократно 24 день - Прогестамаг 5 мл внутримышечно, однократно

В результате исследований выявили (таблица 2), что выход телят на комплексе на сто нетелей и коров в 2023 г. составил 83,7,а в 2024 г. – 90,4, что больше чем 2023 на 6,3 теленка. Молочная продуктивность повысилась на 5 литров в среднем на одну корову. Длительность перида от даты отела до даты плодотворного осеменения (сервис период) составил в 2023 году в среднем 162,3 суток, а в 2024 году был короче на 8,3 суток. Период бесплодия был в 2024 году меньше в среднем на 6,3 суток.

Таблица 2

Показатели состояния животноводства на молочном комплексе

Год	Поголовье коров, гол.	Молочная продук тивность, л\гол	Выход телят на 100 коров и нетелей	Сервис период, суток	Число бесплодных коров, гол./%	Период бесплодия, суток
2023	1350	30 ± 0,5	83,7	162,3± 1,5	141/10,4	102,3± 0,5
2024	1264	35 ± 1,2	90,4	154± 2,1	126/9,9	94,0± 0,5

Бесплодие в хозяйстве за этот 2024 зарегистрировали у 9,9 % коров и телок, что меньше чем в 2023 на 0,5%. Основной и чаще всего регистрируемой разновидностью бесплодия коров в является симптоматическое бесплодие, которое составляет 60,6 % от всех разновидностей бесплодия. Искусственно-приобретенное бесплодие наблюдается почти в два раза (в 1,94) реже, и старческое реже в 7,48 раз. Остальные формы бесплодия, такие как врожденное, алиментарное, иммунное, климатическое и эксплуатационное нами выявлены не были. В результате использования способа стимуляции половой функции коровам опытной группы (таблица 3), с использованием препаратов Сурфагона в дозе 10 мл, в первый день,

внутримышечно, однократно, Фоллимага с Физраствором (2:8 мл) в дозе 5 мл, первый день, однократно, внутримышечно, Эстрофантина в дозе 3 мл внутримышечно, утром, на 17 день после этого проведения искусственного осеменения с внутримышечной инъекцией Сурфагон 10 мл, непосредственно после осеменения, однократно и на 24 день инъекцией Прогестамага в дозе 5 мл внутримышечно, однократно обеспечило оплодотворяемость после первой обработки 72,73% и 22,72% - после второй. Общая оплодотворяемость после применения первого способа стимуляции половой функции составила 100%.

Таблица 3

Результаты искусственного осеменения коров после применения способов стимуляции половой функции

Группа, n - 22	Стало стельными после первой обработки		Стало стельными после первой обработки		Всего стало стельными, %	Сервис период, суток
	Голов	%	Голов	%		
Опытная	16	72,73	6	27,27	100	85,5± 3,1
Контрольная	10	45,45	5	23,07	68,17	130,2± 1,2

В результате стимуляции половой функции коровам контрольной группы с использованием второго способа, отличающегося тем, что первый день в отличии от первого способа не применяли препараты Фоллимаг с Физраствором, оплодотворяемость после первой обработки составила 45,45% и 23,07% после второй. Общая оплодотворяемость после применения второго способа стимуляции половой функции в контрольной группе составила 68,17%, что на 31,83% меньше чем в опытной. Оставшихся неоплодотворенными коров контрольной группы подвергли обработке первым способом. Выводы:

1. Основной и чаще всего регистрируемой разновидностью бесплодия коров является симптоматическое бесплодие, которое составляет на молочной ферме 60,85% от всех разновидностей бесплодия. Искусственно-приобретенное бесплодие наблюдается реже в 1,94, и старческое - в 7,48 раз.
2. Использование искусственного осеменения и способов стимуляции половой функции коров показало высокую эффективность профилактики искусственно-приобретенного бесплодия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеенко, В. С.Терапия эндометрита у коров после отела антибактериальными препаратами без применения антибиотиков / В. С. Авдеенко, А. С. Рыхлов, Н. Ю. Ляшенко // Проблемы и пути развития ветеринарии высокотехнологичного животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию ГНУ ВНИВИПФиТ Россельхозакадемии. – 2015. – С. 19-22.
2. Воробьев А.В. Способ профилактики послеродовых заболеваний у коров/А.В. Воробьев, Ю.В. Лимова, Р.С. Гришин, О.Н. Седова// Труды Куб ГАУ, - Серия: Ветеринарные науки, № 1 (ч.2.).2009.-с.153-152.
3. Войтенко Л.Г., Восстановление репродуктивной функции коров путем ликвидации симптоматического бесплодия/Войтенко Л.Г., Лапина Т.И., Головань И.А., Гнидина Ю.С., Войтенко О.С., Шилин Д.И.//Ветеринарная патология. 2014. № 3-4 (49-50). С. 24-31.
4. Гнидина Ю.С., Воспроизводительная функция коров в зависимости от молочной продуктивности/Гнидина Ю.С., Войтенко Л.Г., Войтенко О.С., Гнидин

С.С.//Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2014. № 6. С. 29-31.

5. Еремин С.П. Методы ранней диагностики патологии органов размножения у коров./ С.П.Еремин // Ветеринария №4, 2004.- С. 38-41.

6. Исматова Р.А. Проблемы воспроизводительной функции крупного рогатого скота / Р.А. Исматова, Б.Ф. Муртазин, О.У. Кулдашев и др. // Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 35-летию организации Всерос. НИВИ. Воронеж, 2015. - С.81-87.

7. Ляшенко, Н. Ю., Филатова А.В., Авдеенко В.С.Биохимическое и бактериальное состояние молока у лактирующих коров при различных формах эндометрита / Н. Ю. Ляшенко, А. В. Филатова, В. С. Авдеенко // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 1. – С. 19-24.

8. Никитин В.Я. Основные причины бесплодия в Ставропольском крае и меры его предупреждения / В.Я. Никитин // Профилактика бесплодия с.-х. животных: материалы конф-Новочеркасск, 2004. - С.28-31.

9. Племяшов К.В. Практические рекомендации по воспроизводству крупного рогатого скота / К.В. Племяшов, Г.М. Андреев., П.Г. Захаров и др-СПб.: Изд-во СПбГАВМ, 2008. - С.90.

REFERENCES

1. Avdeenko, V. S. Therapy of endometritis in cows after calving with antibacterial drugs without the use of antibiotics / V. S. Avdeenko, A. S. Rykhlov, N. Yu. Lyashenko // Problems and ways of veterinary development of high-tech animal husbandry: proceedings of the International Scientific and Practical Conference, dedicated to To the 45th anniversary of the Wildebeest VNIVIPFiT of the Russian Agricultural Academy. 2015. pp. 19-22.

2. Vorobyov A.V. Method of preventing postpartum diseases in cows/A.V. Vorobyov, Yu.V. Limova, R.S. Grishin, O.N. Sedova// Proceedings of the Kub GAU, - Series: Veterinary Sciences, No. 1 (part 2.).2009.-pp.153-152.

3. Voitenko L.G., Restoration of reproductive function of cows by eliminating symptomatic infertility/Voitenko L.G., Lapina T.I., Golovan I.A., Gnidina Yu.S., Voitenko O.S., Shilin D.I.//Veterinary pathology. 2014. No. 3-4 (49-50). pp. 24-31.

4. Gnidina Yu.S., Reproductive function of cows depending on milk productivity/Gnidina Yu.S., Voitenko L.G., Voitenko O.S., Gnidin S.S.//Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2014. No. 6. pp. 29-31.

5. Eremin S.P. Methods of early diagnosis of pathology of reproductive organs in cows. / S.P.Eremin // Veterinary Medicine No. 4, 2004. pp. 38-41.

6. Ismatova P.A. Problems of reproductive function of cattle / P.A. Ismatova, B.F. Murtazin, O.U. Kuldashev et al. // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, dedicated to The 35th anniversary of the All-Russian organization. NIVI. Voronezh, 2015. pp.81-87.

7. Lyashenko, N. Yu., Filatova A.V., Avdeenko V.S. Biochemical and bacterial state of milk in lactating cows with various forms of endometritis / N. Yu. Lyashenko, A.V. Filatova, V. S. Avdeenko // Agrarian Scientific journal. – 2017. – № 1. – pp. 19-24.

8. Nikitin V.Ya. The main causes of infertility in the Stavropol Territory and measures to prevent it / V.Ya. Nikitin // Prevention of infertility in agricultural animals: proceedings of the conference-Novocherkassk, 2004. - pp.28-31.

9. Plemyashov K.V. Practical recommendations for the reproduction of cattle / K.V. Plemyashov, G.M. Andreev, P.G. Zakharov, et al.-St. Petersburg: Publishing House of SPbGAVM, 2008. - p.90.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026



УДК 634.11:631.52 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-245-250

Особенности роста саженцев яблони на различных подвоях селекции Мичуринского ГАУ

Features of the growth of apple seedlings on various rootstocks of the Michurinsky State Agrarian University

Профессор З.Н. Тарова (ORCID0000-0002-3277-8496), профессор Л.В. Бобрович (ORCID 0000-0002-6546-3036), доцент Н.В. Андреева,
Мичуринский государственный аграрный университет, кафедра агрохимии, почвоведения и агроэкологии, тел.8-905-122-32-99, bobrovich63@mail.ru

Доцент А.В. Соловьев (ORCID 0000-0002-3186-9767), доцент Л.А. Марченко (0000-0002-7247-9829),
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра плодоводства, виноградарства и виноделия, тел.8-905-123-52-34), a.solovev@rgau-msha.ru

Professor Z.N. Tarova, Professor L.V. Bobrovich, associate professor N.B. Andreeva,
Michurinsk State Agrarian University, chair of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, tel. 89051223299, bobrovich63@mail.ru

Associate professor A.V. Solovev, associate professor L.A. Marchenko,
Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, phone 89051235234, a.solovev@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье представлены результаты многолетних наблюдений за особенностями роста и развития в первом поле питомника саженцев яблони, привитых на различных по силе роста клоновых подвоях яблони селекции Мичуринского государственного аграрного университета. Показано, что генетическое многообразие полученных форм подвоев оказывает разнообразное влияние на проявление ростовых процессов привитых сортов яблони уже с первого года развития саженцев. Полученные данные подтверждают мнение ряда ученых плодоводов, что отличия в ростовой активности подвоев и сорто-подвойных комбинаций не являются исчерпывающей характеристикой для выбора типа сада и степени его интенсивности. Многолетние наблюдения авторов показали, что подвой существенно влияет на синтез антоцианов в коре зеленолистного сорта, что может косвенно оказывать влияние на зимостойкость привитого компонента. Самое высокое содержание пигмента отмечено в коре зимостойкого сорта Антоновка обыкновенная. В то же время, в коре побегов саженцев сорта Антоновка обыкновенная, привитых на зеленолистный подвой 83-1-15 с содержанием пигмента 22,3ед. синтезируется 48,5ед. антоцианов, а в коре побегов этого сорта, привитого на подвой 54-118 с содержанием пигмента 105,0 ед. синтезируется 58,0 ед. пигмента. Такая же тенденция отмечается по другим исследуемым в данной работе сорто-подвойным комбинациям.

Abstract. This article presents the results of long-term observations of the growth and development characteristics of apple tree seedlings grafted onto clonal apple rootstocks of varying vigor, bred at Michurinsk State Agrarian University, in the nursery's first field. It is shown that the genetic diversity of the resulting rootstocks exerts a diverse influence on the growth processes of grafted apple varieties, beginning in the first year of seedling development. The obtained data confirm the opinion of several fruit scientists that differences in the growth activity of rootstocks and cultivar-rootstock combinations are not a comprehensive indicator for selecting the type of orchard and its intensity. The authors' long-term observations have shown that the rootstock significantly influences anthocyanin synthesis in the bark of the green-leaved variety, which may indirectly affect the winter hardiness of the grafted component. The highest pigment content was observed in the bark of the winter-hardy Antonovka Obyknovennaya variety. At the same time, the bark of shoots of Antonovka Obyknovennaya variety seedlings grafted onto green-leaved rootstock 83-1-15 with a pigment content of 22.3 units synthesizes 48.5 units of anthocyanins, and in the bark of shoots of this variety grafted onto rootstock 54-118 with a pigment content of 105.0 units, 58.0 units of pigment are synthesized.

© З.Н. Тарова, Л.В. Бобрович, Н.В. Андреева, А.В. Соловьев, Л.А. Марченко, 2026

The same trend is noted for other variety-rootstock combinations studied in this study.

Ключевые слова: яблоня, саженцы, клоновые подвои, сорто-подвойные комбинации, рост, антоцианы, зимостойкость

Keywords: apple tree, seedlings, clonal rootstocks, variety-rootstock combinations, growth, anthocyanins, winter hardiness

Взаимодействие прививаемых компонентов остается ключевой проблемой в садоводстве, ввиду сложности и неоднозначности этого процесса. Опытами, проведенными В.И. Будаговским еще в тридцатых-сороковых годах прошлого столетия, было установлено, что «зимостойкие сорта могут повышать зимостойкость подвоев, причем это складывается не только на стадийно молодых дичках, но и на стадийно старых карликовых подвоях» [1]. В настоящий момент приоритетным является вопрос влияния подвоя на зимостойкость привитого компонента, так как сорта, полученные в южных регионах (Спартан, Лобо, Кортланд, Алва, Глостер, Старкрымсон, Велспур, Джонатан и др.) активно стали применяться в промышленных насаждениях средней полосы, с учетом большего влияния на спрос потребителей товарно-потребительских характеристик плодов на полке в магазине, что и выводит в приоритет использование садоводами сортов с привлекательными, крупными, окрашенными плодами.

Автоматическое перенесение подвоя или привоя из одной зоны, где компонент проявил себя с лучшей стороны, в другую, даже расположенную в непосредственной близости, грозит значительными потерями, учитывая затраты на закладку плодовых насаждений современности. Из данных, приведенных И.А. Минаковым (2024), следует, что «затраты на закладку 1 га плодово-ягодных культур составляют 879,7 тыс. руб., на уход за 1 га молодых насаждений - 97,1 тыс. руб. в год, затраты труда на 1 га плодоносящих насаждений – 140,1 чел. ч, на 1 ц фруктов – 1,8 чел. ч.»[2].

С сокращением срока эксплуатации интенсивных насаждений значительно ускорился темп смены сортов и подвоев, используемых для закладки интенсивных садов. В производство должны поступать привойно-подвойные комбинации с исчерпывающими на сегодняшний день для конкретной зоны характеристиками.

Учеными Мичуринского государственного аграрного университета ведется многолетняя успешная работа по созданию клоновых подвоев яблони, которые могли бы удовлетворять современным требованиям отрасли садоводства в стремительно изменяющихся как климатических, так и экономических условиях. Для средней зоны садоводства лимитирующими факторами являются условия перезимовки, отсюда - все усилия селекционеров направлены на создание генотипов с высокой степенью морозостойкости и зимостойкости [3].

По мнению ученых университета, «…из перечня районированных в России клоновых подвоев яблони, большинство составляют отечественные генотипы, соответствующие различным природно-климатическим условиям [4]. Оценке и анализу данных по некоторым привойно-подвойным комбинациям посвящена настоящая работа.

Объектами исследований служили подвойные формы яблони, полученные в Мичуринском ГАУ в различных комбинациях. В качестве контроля использовали районированные подвои: 62-396 (карликовой силы роста); 54-118 (полукарликовой силы роста). Насаждения расположены на территории учхоза-племзавода «Комсомолец» ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, Мичуринский район, Тамбовская область. Сорта для исследований взяты районированные для зоны наблюдения, различные по силе роста и срокам созревания.

Исследования проводились в соответствии с принятыми в садоводстве методическими рекомендациями (Программа и методика сортоизучения плодовых,

ягодных и орехоплодных культур / ред. Е. Н. Седов, Т. П. Огольцова. Орёл: ВНИИСПК, 1999. 608 с.) Количество антоцианов в коре побегов определяли по методике М.А. Соловьевой [5].

При получении новых подвоев селекции Мичуринского ГАУ они обязательно тестируются в питомнике по различным агробиологическим показателям [6,7]. Есть исследования, когда подвои рассматриваются и как сырье для перерабатывающей промышленности [8].

Представители исследуемой группы подвоев отличаются по своим агробиологическим характеристикам: силе роста (карлики 62-396,83-1-15; полукарлики 54-118, 75-1-62, 76-16-11; среднерослый 70-20-20); габитусу куста; наличию антоциановой окраски органов (краснолистные и зеленолистные).

Таблица 1

Морфо-биологические характеристики однолетних саженцев яблони, 2018-2022 гг.

Сорто-подвойная комбинация	Окраска вегетативных органов подвоя	Высота саженца, см	Диаметр штамба, мм	Площадь листовой поверхности, $см^2$	Количество антоцианов в коре однолетнего побега подвоя/сорта, октябрь,ед.
Антоновка обыкновенная					
62-396,к	краснолистный	111,6	9,5	1803,9	64,0/54,0
83-1-15,к	зеленолистный	115,1	9,8	2256,3	22,3/48,5
54-118,п/к	краснолистный	135,8	10,4	1355,5	105,0/58,0
70-20-20,с/р	краснолистный	138,5	11,2	2287,3	42,0/54,4
75-1-62,п/к	краснолистный	134,1	10,3	2248,5	85,5/55,5
76-16-11,п/к	зеленолистный	128,5	10,6	2271,3	32,2/54,0
$НСР_{05}$		12,2	0,5	201,5	-/2,1
Мелба					
62-396,к	краснолистный	120,8	10,1	2376,3	64,0/52,0
83-1-15,к	зеленолистный	116,2	12,0	2714,5	22,3/48,0
54-118,п/к	краснолистный	135,1	10,1	2251,1	105,0/53,5
70-20-20,с/р	краснолистный	142,3	12,2	2746,1	42,0/53,3
75-1-62,п/к	краснолистный	138,6	11,1	2384,2	85,5/53,5
76-16-11,п/к	зеленолистный	130,1	11,6	2369,5	32,2/52,0
$НСР_{05}$		11,6	1,0	241,5	-/1,9
Синап Орловский					
62-396,к	краснолистный	124,1	10,2	1608,5	64/44,0
83-1-15,к	зеленолистный	114,2	12,0	2490,3	22,3/31,2
54-118,п/к	краснолистный	145,3	12,7	2336,3	105,0/45,5
70-20-20,с/р	краснолистный	151,3	12,8	2639,2	42,0/40,0
75-1-62,п/к	краснолистный	144,1	11,2	2463,1	85,5/44,5
76-16-11,п/к	зеленолистный	139,1	11,6	2503,6	32,2/42,5
$НСР_{05}$		11,9	1,1	237,2	-/2,4

К-подвой карликовой силы роста;
п/к-подвой полукарликовой силы роста;
с/р- среднерослый подвой.

Влияние подвоя на ростовые особенности привитого сорта, а так же сортовые особенности отмечаются уже в первый год роста саженцев. Все три сорта имеют наименьшую высоту саженцев на подвое 83-1-15 - 114-116 см, тогда как под воздействием подвойной формы 70-20-20 высота саженцев существенно больше и достигает 138-151 см. При учете показателя величины диаметра штамба в большей

степени сказывается сортовая особенность: диаметр штамба саженцев Антоновки обыкновенной максимально достигает значения 11,2 мм на подвое 70-20-20, тогда как саженцы Синапа орловского имеют более толстые штамбы на всех подвойных формах: от 10,2 на 62-396 до 12,8 на 70-20-20 (таблица 1).

Та же тенденция отмечается в отношении площади листовой поверхности. Наибольшая площадь листовых пластинок наблюдалась у сорта Мелба и на подвое 83-1-15составляла 2714,5 см^2**,** а на 70-20-20 достигала 2746,1см^2. Более контрастно вели себя сорта на подвое 62-396. Наименьшую площадь листьев на этом подвое наращивал сорт Синап Орловский - 1608,5 см^2 , тогда как по сорту Мелба этот показатель составлял 2376,3 см^2 ,а по сорту Антоновка обыкновенная -1803,9 см^2.

Исследования Л.В. Григорьевой выявили, что ростовая активность деревьев на подвое Р14 была несколько ниже, чем на подвое 57-545, а скороплодность и урожайность – значительно выше [9]. Из исследований предыдущих авторов следует, что отличия в ростовой активности подвоев и сорто-подвойных комбинаций не являются исчерпывающей характеристикой для выбора типа сада и степени его интенсивности. Необходимы более глубокие характеристики по важнейшим показателям – скороплодности и урожайности, получить которые возможно лишь в саду.

Учеными делаются попытки экпресс- анализов этих показателей. Так, исследованиями Н.М. Соломатина установлено, что «чем слабее рост подвоя, тем больше ассимилятов у него расходуется на формирование листового аппарата (11% у 70-20-20, 24,4% у МБ). Аналогичная тенденция распределения ассимилятов сохраняется во 2-м и 3-м полях питомника» [10].

Богатая наследственная основа подвойных форм, полученных в Мичуринском ГАУ, обеспечивает и широкий спектр свойств и качеств этих подвоев. Большой интерес ученых вызывает высокий эндогенный синтез антоцианов во всех частях многих форм клоновых подвоев яблони. Наличием пигментов многие исследователи объясняют высокий уровень устойчивости антоциансодержащих растений [11]. Нашими многолетними наблюдениями было установлено, что подвой оказывает существенное влияние на многие метаболические процессы, в том числе на синтез антоцианов в коре зеленолистного сорта, что может косвенно оказывать влияние на зимостойкость привитого компонента [12,13]. Самое высокое содержание пигмента отмечено в коре зимостойкого сорта Антоновка обыкновенная**.** Однако, в коре побегов Антоновки обыкновенной, привитой на зеленолистный подвой 83-1-15 с содержанием пигмента 22,3ед. синтезируется 48,5ед. антоцианов, а в коре побегов этого сорта, привитого на подвой 54-118 с содержанием пигмента 105,0 ед. синтезируется 58,0 ед. пигмента. Такая же тенденция отмечается по другим исследуемым в данной работе сорто-подвойным комбинациям.

Многолетние наблюдения за сортами яблони, привитыми на подвоях селекции Мичуринского ГАУ в питомнике выявили многоплановое взаимное влияние привитых компонентов. Установлено, что это влияние проявляется уже в первый год роста саженцев и прослеживается по всем изучаемым параметрам, включая биохимический показатель – синтез антоциановых пигментов. Учитывая богатую генетическую основу Мичуринских подвоев, отличия в ростовой активности сорто-подвойных комбинаций не являются исчерпывающей характеристикой для выбора типа сада и степени его интенсивности, что требует более глубокого изучения важнейших показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будаговский В.И. Карликовые подвои для яблони. М.: Сельхозгиз, 1959. 352 с.

2. Минаков И. А. Эффективность садоводства и резервы ее повышения в сельскохозяйственных организациях// Наука и Образование. 2024. Т. 7, № 3. EDN ESYVAC.

3. Устойчивость клоновых подвоев яблони к низким температурам / Р. В. Папихин, Н. Л. Чурикова, Д. Ю. Честных [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2014. № 2. С. 8-11. EDN SEFFQB.

4. Селекция отечественных клоновых подвоев яблони как элемент реализации программы продовольственной безопасности в рамках импортозамещения / М. Л. Дубровский, Р. В. Папихин, А. В. Кружков, Н. Л. Чурикова // Место и роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности страны : сборник материалов международной научной конференции, Смоленск, 09 декабря 2022 года. – Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2022. С. 100-103. – EDN BFTAEI.(с.100).

5. Соловьева М.А. Методы определения зимостойкости плодовых культур / М.А. Соловьева // Методическое пособие.,Л.: Гидрометеоиздат, 1982.,36 с.

6. Влияние подвоя на морфометрические показатели привойного компонента в питомнике / Н. Л. Чурикова, Р. В. Папихин, З. Н. Тарова [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 5. – С. 14-19. – EDN TCCSFX.

7. Биометрические характеристики саженцев яблони на клоновых подвоях селекции Мичуринского ГАУ в питомнике / Н. Л. Чурикова, З. Н. Тарова, М. Л. Дубровский, А. В. Кружков // Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения) : Материалы Национальнойнаучно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича, Мичуринск, 11–13 декабря 2019 года / отв. ред. Григорьева Л.В. – Мичуринск: Мичуринский ГАУ, 2019. С. 87-90. EDN ZYFDLJ.

8. Клоновые подвои яблони селекции Мичуринского государственного аграрного университета как источник получения антоциановых красителей/З.Н. Тарова [и др.] //Вестник Мичуринского государственного аграрного университета.2020.№ 4(63). С.30-35.

9. Григорьева Л. В., О.А. Ершова. Комплексная оценка привойно-подвойных комбинаций яблони и эффективность их возделывания в садах интенсивного типа // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 5. С. 53-57. EDN VZYETL.

10. Соломатин Н.М. Генофонд вегетативно размножаемых форм яблони для улучшения сортимента подвоев, сырьевых и декоративных сортов в условиях ЦЧР/Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Специальность 06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений. М., 2018., 42с.

11. Усова, Г.С., Романов М.В. Некоторые хозяйственно-биологические признаки краснолистных и зеленолистных растений // Аграрная наука. 2007. №9.С. 20-21.

12. Особенности накопления тяжелых металлов в системе "почва-растение" садовых агроценозов / В. В. Шелковников, И. Н. Мацнев, Л. В. Бобрович, З. Н. Тарова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2018. № 1. С. 36-39. EDN XSNUIP.

13. Чурикова Н. Л., Тарова З.Н. Диагностика содержания антоцианов в коре однолетних побегов новых перспективных клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского агроуниверситета // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2019. Т. 6, № 2. С. 99-102. EDN XBDWSF.

REFERENCES

1. Budagovsky V.I. Dwarf rootstocks for apple trees. Moscow: Selkhozgiz, 1959. 352 p.

2. Minakov I.A. Efficiency of gardening and reserves for its improvement in agricultural organizations // Science and Education. 2024. Vol. 7, No. 3. EDN ESYVAC.

3. Resistance of clonal apple rootstocks to low temperatures / R.V. Papikhin, N.L. Churikova, D.Yu. Chestnykh [et al.] // Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2014. No. 2. pp. 8-11. EDN SEFFQB.

4. Selection of domestic clonal apple rootstocks as an element of the implementation of the food security program within the framework of import substitution / M. L. Dubrovsky, R. V. Papikhin, A. V. Kruzhkov, N. L. Churikova // The place and role of agricultural science in ensuring food security of the country: collection of materials from the international scientific conference, Smolensk, December 9, 2022. - Smolensk: FGBOU VO Smolensk State Agricultural Academy, 2022. Pp. 100-103. - EDN BFTAEI. (p. 100).

5. Solovieva M.A. Methods for determining the winter hardiness of fruit crops / M.A. Solovieva // Methodical manual., L.: Gidrometeoizdat, 1982., 36 p.

6. The influence of rootstock on the morphometric parameters of the scion component in the nursery / N. L. Churikova, R. V. Papikhin, Z. N. Tarova [et al.] // Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University. - 2014. - No. 5. - P. 14-19. - EDN TCCSFX.

7. Biometric characteristics of apple seedlings on clonal rootstocks bred at the Michurinsk State Agrarian University in the nursery / N. L. Churikova, Z. N. Tarova, M. L. Dubrovsky, A. V. Kruzhkov // Priority areas for the development of horticulture (I Potapov Readings): Proceedings of the National Scientific and Practical Conference dedicated to the 85th anniversary of the birth of Professor, Doctor of Agricultural Sciences, State Prize Laureate Viktor Aleksandrovich Potapov, Michurinsk, December 11–13, 2019 / ed. Grigorieva L. V. – Michurinsk: Michurinsk State Agrarian University, 2019. pp. 87–90. EDN ZYFDLJ.

8. Clonal apple rootstocks bred at Michurinsk State Agrarian University as a source of anthocyanin dyes/Z.N. Tarova [et al.] // Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2020. No. 4 (63). P. 30-35.

9. Grigorieva L.V., O.A. Ershova. Comprehensive assessment of scion-rootstock combinations of apple trees and the efficiency of their cultivation in intensive orchards // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2016. Vol. 30, No. 5. P. 53-57. EDN VZYETL.

10. Solomatin N.M. Gene pool of vegetatively propagated apple tree forms to improve the range of rootstocks, raw material and ornamental varieties in the conditions of the Central Black Earth Region / Abstract of a dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. Specialty 06.01.05 Breeding and seed production of agricultural plants. Moscow, 2018., 42 p.

11. Usova, G.S., Romanov, M.V. Some economic and biological traits of red-leaved and green-leaved plants // Agrarian science. 2007. No. 9. pp. 20-21.

12. Features of heavy metal accumulation in the "soil-plant" system of garden agrocenoses / V.V. Shelkovnikov, I.N. Matsnev, L.V. Bobrovich, Z.N. Tarova // Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University. 2018. No. 1. P. 36-39. EDN XSNUIP.

13. Churikova N. L., Tarova Z. N. Diagnostics of anthocyanin content in the bark of one-year-old shoots of new promising clonal apple rootstocks bred at Michurinsk Agrarian University // Breeding and variety breeding of horticultural crops. 2019. Vol. 6, No. 2. P. 99-102. EDN XBDWSF.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026



УДК: 636.4:612 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-251-255

Влияние биологических препаратов на крупноплодность и массу гнезда поросят

The effect of biological preparations on the large-fruited and nest weight of piglets

Доцент О.С. Кустова,
Донской государственный аграрный университет, кафедра пищевых технологий и товароведения, тел: 8-951-490-65-58, voitenko.olya@mail.ru
Студент И.Ф. Назаров,
Донской государственный аграрный университет, биотехнологический факультет
Студент А.С. Нестеренко,
Донской государственный аграрный университет, биотехнологический агрономический факультет

Associate Professor O.S. Kustova,
Don State Agrarian University, Department of Food Technology and Commodity Science, phone: 8-951-490-65-58, voitenko.olya@mail.ru
Student I.F. Nazarov,
Don State Agrarian University, Faculty of Biotechnology
Student A.S. Nesterenko,
Don State Agrarian University, Faculty of Biotechnology and Agronomy

Аннотация: Важное значение для получения мяса в свиноводстве имеют такие показатели как крупноплодность и масса гнезда поросят. Эти показатели используются в работе по селекции свиноматок в основном для расширения мясных и репродуктивных качеств свиней. Цель работы изучить влияние комплексного применения биологических препаратов на интенсивность роста поросят. Для достижения этой цели были поставлены задачи: изучить влияние биологических препаратов на показатели крупноплодности поросят; определить влияние биологических препаратов на массу гнезда поросят после опороса и на 21 й день после опороса свиноматок. Исследования проводили в 2025 году на предприятии ООО «Русская свинина» Ростовской области и ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» на свиньях белой крупной породы. Сформировали три опытные группы которым в первой опытной группе задавали перорально с кормом биологический препарат «Суб-про» и пребиотик «Лактофит», во второй опытной группе задавали биологические препараты «ПК Пробиолакт», «Амивит», «Энт-Ойл» и «Ликвипэйн», в третьей опытной - биологический препарат «Целлобактерин» и пребиотик «Лактофит» и контрольную, в которой свиньям биологические препараты не задавали. В результате проведенных исследований выявили, что показатели крупноплодности, массы гнезда поросят сразу после опороса, и на 21-й день после опороса у свиноматок опытных групп были выше показателей свиноматок контрольной группы.

Abstract: This article presents the results of studying the effect of biological preparations on the large-fruited and nest weight of piglets. Such indicators as the large-fruited and nest weight of piglets are important for obtaining meat in pig farming, as these are the main indicators that determine the intensity of embryonic development and growth of piglets after birth, as well as the productivity of sows. These indicators are used in the breeding of sows mainly to enhance the meat and reproductive qualities of pigs. Therefore, we have determined the purpose of the scientific work - to study the effect of the complex use of biological drugs on the growth rate of piglets. To achieve this goal, the following tasks were solved: to study the effect of biological preparations on piglet fertility; to determine the effect of biological preparations on piglet nest weight after farrowing and on the 21st day after farrowing of sows. The research was conducted in 2025 at the Russian Pork LLC enterprise in the Rostov region and the Don State Agrarian University on large white pigs. For this purpose, three experimental groups were formed, which in the first experimental group were given the biological drug "Sub-pro" and the prebiotic "Lactofit" orally with feed, in the second experimental group the group was given biological drugs "PC Probiolact", "Amivit", "Ent-Oil" and "Liquipane", in the third experimental

© О.С. Кустова, И.Ф. Назаров, С. Нестеренко, 2026

the biological drug Cellobacterin and the prebiotic Lactofit, as well as a control group in which pigs were not given biological drugs. As a result of the conducted studies, it was revealed that the indicators of large-fruited piglets, nest weights immediately after farrowing, and on the 21st day after farrowing in the sows of the experimental groups were higher than those of the control group sows.

Ключевые слова: свиноматки, поросята, биологические препараты, крупноплодность, масса гнезда, опорос.

Keywords: sows, piglets, biological preparations, large-fruited, nest weight, farrowing.

Крупноплодность и масса гнезда поросят имеют важное значение для получения мяса в свиноводстве, так как эти основные показатели определяют наличие интенсивности эмбрионального развития и роста поросят после рождения, а также продуктивность свиноматок. Эти показатели используются в работе по селекции свиноматок в основном для расширения мясных и репродуктивных качеств свиней. [1,5,8,10].

В патентной литературе известен способ повышения продуктивности свиноматок, основанный на введении в рацион «Минвит С», который был разработан учеными ФГОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия» Т.Е. Григорьевой, М.А. Ершовым, В.Г. Скворцовым, С.А. Ивановым. Авторы рекомендуют следующие дозы применения: в первые 84 сутки супоросности 0,37% к суточной норме корма; в последние 30 суток супоросности 0,4%, учитывая питательность рационов и потребность животных в питательных веществах в период от плодотворного осеменения до опороса. Применение данного способа, по мнению авторов, способствует повышению как продуктивности свиноматок, так и крупноплодности, многоплодия, увеличению массы гнезда поросят [2,3,9].

Ученые А.Н. Бетин, А.И. Фролов и О.Б. Филиппова (2022) для изучения влияния биологических добавок «Абиопептид» и «Био-железо» на молочность свиноматок, среднесуточный прирост и сохранность получавших рацион, в фермерском хозяйстве Тамбовской области провели научно-хозяйственный опыт. Выявили, что биологические добавки «Абиопептид» и «Био-железо» повышают среднесуточный прирост, молочность свиноматок, среднесуточный прирост и сохранность поросят. Установили, данные добавки не вызывают побочной реакции и положительно влияют на показатели минерального, белкового и углеводного обмена, а также физиологическое состояние, рост живой массы, биохимический состав крови свиней. Абиопептид это биологическая добавка, которая активирует белковый обмен, нормализует количество гемоглобина, стимулируя гемопоэз. «Био-железо» стимулирует рост, развитие, снижает стресс и тревогу, следовательно, добавки положительно влияют на многоплодие, крупноплодность, а также на дополнительную прибыль от 1 поросенка за 40 дней выращивания [3,4,6,7].

Цель работы изучить влияние комплексного применения биологических препаратов на интенсивность роста поросят. Для достижения этой цели были решены следующие задач.

– Изучить влияние комплексного применения биологических препаратов на показатели крупноплодности поросят.

– Определить влияние комплексного применения биологических препаратов на массу гнезда поросят после опороса и на 21 й день после опороса свиноматок**.**

Исследования по определению влияния биологических препаратов на показатели крупноплодности, массы гнезда после опороса, массы гнезда на 21 й день после опороса свиноматок проводили в ООО «Русская свинина» Ростовская область и ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в 2025 году. Для проведения опыта сформировали по принципу пар аналогов три опытных и четвертую контрольную группу по 12 свиноматок в каждой, по принципу пар аналогов. В первой опытной группе применяли биологический препарат «Суб-про»

и пребиотик «Лактофит», во второй опытной группе свиноматкам применяли препараты «ПК Пробиолакт», «Амивит», «Энт-Ойл» и «Ликвипэйн», в третьей опытной группе применяли биологический препарат «Целлобактерин», в третьей - пребиотик «Лактофит», в четвертой контрольной группе биологические препараты не применяли. Препараты, применяемые в опытных группах совместимы со всеми ветеринарными препаратами, кормовыми добавками и компонентами корма, которые применяют на свинокомплексе. Продукцию от свиней, которым применяли биологические препараты можно использовать в пищу без ограничений.

Результаты влияния биологических препаратов на показатели интенсивности роста поросят представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние биологических препаратов на показатели интенсивности роста поросят

Группа, n=12	Крупноплодность, кг	Масса гнезда после опороса, кг	Масса гнезда на 21 й день после опороса, кг
I опытная	0,93±0,01*	9,03±0,17*	40,4±2,9
II опытная	1,03±0,03*	10,8±0,31*	52,5±1,6*
III опытная	1,00±0,01*	9,27±0,14*	44,4±1,4*
Контрольная	0,89±0,02	8,08±0,18	37,4±1,3

P <0,01; Примечание: *в таблице коэффициент достоверности P по сравнению с контролем

Согласно данным, которые представлены в таблице 1, крупноплодность опытных групп превосходила этот показатель контрольной группы. Так во второй опытной группе она была достоверно выше - на 0,14 кг, а в первой и третьей опытных группах - на 0,1 и 0,03 кг соответственно. Таким образом применение биологических препаратов положительно влияет на такой показатель, как крупноплодность.

Показатели массы гнезда после опороса свиноматок во второй опытной группе были достоверно выше чем в контрольной группе на 2,72кг, и на 1,77 кг и 1,53кг чем в первой и третьей опытных группах соответственно, что положительно сказалось на дальнейшем росте поросят. Повышение массы гнезда к 21-му дню после лактации являлось следствием увеличения многоплодия свиноматок. Показатели массы гнезда на 21-й день были достоверно выше во второй опытной группе по сравнению с контрольной на 15,1, и на 3 и 7 кг, по сравнению с данными показателями первой и третьей опытных групп соответственно.

Вывод:

1. Крупноплодность свиноматок трех опытных групп, после применения им биологических препаратов была достоверно выше крупноплодности свиноматок контрольной группы. Во второй опытной группе крупноплодность была выше на 0,14 кг, а в первой и третьей опытных группах - на 0,1 и 0,03 кг соответственно.

2. Показатели массы гнезда сразу после опороса свиноматок во второй опытной группе были достоверно выше чем в контрольной группе и первой и третьей опытных группах соответственно на 2,72, 1,77 кг, и 1,53. Показатели массы гнезда на 21-й день были достоверно выше во второй опытной группе по сравнению с контрольной на 15,1, и на 3 и 7 кг, по сравнению с данными показателями первой и третьей опытных групп соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1.Аникин, С. В. Молочная продуктивность и показатели воспроизводства при использовании пробиотического комплекса Профортт/С.В. Аникин, А.В. Филатов, Н.А. Шемуранова// Зоотехния. – 2023. - №3. – С. 16-18.

2. Афанасьева Ю.Г. Пробиотики – альтернатива кормовым антибиотикам /Ю.Г. Афанасьева, Е.Р. Корбмахер, Е.В. Колодина// Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. - №2(220). – С. 65-72.

3. Бетин А.Н. Биологически активные добавки в кормлении подсосных свиноматок и поросят/А.Н. Бетин, А.И. Фролов, О.Б. Филиппова//Журнал №1. – 2022. – Свиноводство С.15-17.

4.Войтенко О.С. Продуктивность свиней и качество получаемой продукции при использовании биологических препаратов/Войтенко О.С.//диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Донской государственный аграрный университет. п. Персиановский, 2014.

5. Войтенко О.С. Откормочные качества и некоторые биологические особенности молодняка свиней в зависимости от используемых препаратов/Войтенко О.С., Войтенко Л.Г., Бараников А.И.//Зоотехния. 2014. № 4. С. 31-32.

6. Войтенко О.С. Биологические особенности поросят-сосунов при применении биопрепаратов/Войтенко О.С.//Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2014. № 1. С. 55-57.

7.Войтенко О.С., Влияние различных биопрепаратов на убойные качества молодняка свиней/Войтенко О.С., Войтенко Л.Г., Бараников А.И.//Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2014. № 3. С. 44-46.

8. Войтенко О.С., Влияние биопрепаратов на откормочные качества и некоторые биологические особенности молодняка свиней/Войтенко О.С., Войтенко Л.Г., Бараников А.И.//Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2014. № 3. С. 49-51.

9. Патент RU 2409940C1. Способ повышения продуктивности свиноматок. Заявитель: Т.Е. Григорьева, М.А. Ершов, В.Г. Скворцов, С.А. Иванов; опубл. 27.01.2011. Бюл. № 3.

10. Патент RU 2831747C1. Способ повышения многоплодия и крупноплодности свиней. Заявитель: В.Х. Федоров, О.С. Кустова, Л.Г. Войтенко, Ю.С. Гнидина; опубл. 13.12.2024. Бюл. № 35.

REFERENCES

1. Anikin S. V., Filatov A.V., Shemuranova N.A. Milk productivity and reproduction indicators using the probiotic Profort complex.// Zootechny. – 2023. - No. 3. – pp. 16-18.

2. Afanasyeva Yu.G. Probiotics – an alternative to feed antibiotics /Yu.G. Afanasyeva, E.R. Korbmacher, E.V. Kolodina// Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2023. - №2(220). – Pp. 65-72.

3. Betin A.N. Biologically active additives in feeding suckling sows and piglets/A.N. Betin, A.I. Frolov, O.B. Filippova//Journal No. 1. – 2022. – Pig breeding pp.15-17.

4.Voitenko O.S. Productivity of pigs and the quality of products obtained using biological preparations/Voitenko O.S.// dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences / Don State Agrarian University. P. Persianovsky, 2014.

5. Voitenko O.S. Fattening qualities and some biological features of young pigs, depending on the preparations used/Voitenko O.S., Voitenko L.G., Baranikov A.I.//Animal science. 2014. No. 4. pp. 31-32.

6. Voitenko O.S. Biological features of suckling pigs in the use of biological

products/Voitenko O.S.//Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2014. No. 1. pp. 55-57.

7.Voitenko O.S., The influence of various biological products on the slaughter qualities of young pigs/Voitenko O.S., Voitenko L.G., Baranikov A.I.//Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2014. No. 3. pp. 44-46. 8. Voitenko O.S., The influence of biological products on fattening qualities and some biological features of young pigs/Voitenko O.S., Voitenko L.G., Baranikov A.I.//Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2014. No. 3. pp. 49-51.

9. Patent RU 2409940C1. A way to increase the productivity of sows. Applicant: T.E. Grigorieva, M.A. Ershov, V.G. Skvortsov, S.A. Ivanov; publ. 01/27/2011. Bul. No. 3.

10. Patent RU 2831747C1. A method of increasing the multiplicity and large fertility of pigs. The applicant: V.H. Fedorov, O.S. Kustova, L.G. Voitenko, Yu.S. Gnidina; published on 12/13/2024. Byul. № 35.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 636.084.5:636.028 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-256-261

Процессы переваримости азотистых веществ в организме исследуемых животных на фоне введения фитодобавки из левзеи сафлоровидной в рацион коров

The processes of digestibility of nitrogenous substances in the body of the studied animals on the background of the introduction of a phytodrug from safflower leucea in the diet of cows

Доцент И.В. Сергеев,
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, Кафедра садоводства и перерабатывающих технологий, sergeev-igor-viktorovich@ya.ru

Associate Professor I.V. Sergeev,
Perm State Pedagogical University, Department of Horticulture and Processing Technologies, sergeev-igor-viktorovich@ya.ru

Аннотация. В статье отражены процессы переваримости азотистых веществ в организме исследуемых животных на фоне введения коровам фитодобавки к основному рациону 350 и 900 г в сутки. Опыт был проведен в Обществе с ограниченной ответственностью «Русь», Россия, Пермский край. В данной статье рассматриваются показатель переваримости, обмен азота в организме от поступления до выделения и его отложения в сравнительном анализе благодаря подобранной методике.

Abstract. The article reflects the processes of the digestibility of nitrogenous substances in the body of the studied animals against the background of the introduction of phytodrugs to cows in the basic diet of 350 and 900 g per day. The experiment was conducted in the Limited Liability Company "Rus", Russia, Perm Region. This article examines the index of digestibility, nitrogen metabolism in the body from intake to excretion and its deposition in a comparative analysis due to the selected technique.

Ключевые слова: показатель переваримости, показатель обмена азота, фитодобавка, коровы, опыт.

Keywords: index of digestibility, index of nitrogen metabolism, herbal supplement, cows, experience.

Глобально, на такой показатель как переваримость может оказать влияние только лишь некая совокупность, определяющая индивидуальную картину организма в рамках стандартных показателей. Данная совокупность выражается в правильном кормлении, содержании, в возрастных и индивидуальных особенностях. Само кормление должно базироваться на условно качественных кормах, при правильном их нормировании.

Doiiker J.D отмечает, что высокопродуктивные животные значительно больше нуждаются в сбалансированном питании, а именно утверждает, что нужно повышать конверсию кормов за счет включения ферментных препаратов, а также включать корма с повышенным содержанием биологически активных веществ [1].

Такие авторы как О.Ю. Юнусова, И. Стиценко и А.В. Овчинников предлагают при рассмотрении процесса жизнедеятельности биологических организмов обращать внимание на повторяющиеся внутриклеточные реакции, зависящие от участия миниральных и биологически активных веществ [2-4].

© И.В. Сергеев, 2026

Автор Тимофеев к таким веществам приравнивает экдистероиды, которые, по его мнению, являются метаболитами растений, он так же отмечает их аналогичность к гормонам линьки и сопричастность к метаморфозам насекомых. В своих работах он отмечает, что при сложных комбинациях биологических соединений сырье включающие в себя β-экдизон или 20-гидроксиэкдизон участвуют в синтезе белка, взаимодействуют с ядерными рецепторами чувствительных клеток и запускают в работу процессы генной транскрипции [5,6].

Цель работы изучить эффекты от применения фитодобавки на переваримость в группах аналогов и проанализировать целесообразность её использования в критический период. Оценить использование азота.

В нашей фитодобавке был определен биохимический состав в средних пробах, так же в биоматериале.

Применена методика А.И. Овсянникова, на её основе и была произведена подборка всех животных [7]. Отобраны не менее трёх групп животных до периода раздоя и после него. Проведен физиологический опыт в условиях одного из сельскохозяйственных предприятий Пермского края. Взвешиванием и математически было учтено количество фактически съеденного корма, а из отобранных средних проб кормов отобранных согласно методики было определено содержание питательных веществ лабораторным путем. Животных подбирали с учетом индивидуальных особенностей в рамках стандартных показателей. Схематично кормление показано в таблице 1.

Таблица 1

Схематичное изображение физиологического опыта

Группа	Контрольная	1я опытная	2я опытная
Количество голов	3	3	3
Условия кормления	Основной рацион (далее ОР)	ОР+фитодобавка 350 г на гол. в сутки	ОР+фитодобавка 900 г на гол. в сутки

Рацион кормления был сбалансирован согласно всем необходимым нормам и требований к составлению рациона [8].

Всем группам задавался основной рацион. Дополнительно первая и вторая шруппа получали по 350 и 900 грамм фитодобавки соответсвено. Трава для приготовления фитодобавки была приготовлена на базе Пермского НИИСХ.

По данным Н.П. Тимофеева, можно предполагать, что данная фитодобавка может повлиять на функцию репродукции, так как олени мораллы поедают данное растение в период гона, выкапывая копытами корни растения из которого готовится фитодобавка[5,6].

Качество фитодобавки определялось на специализированном оборудовании базирующегося на высокоэффективной храмотографии по содержанию действующего вещества по 20-гидроксиэкдизону (20Е) [9] в г. Сыктывкар в аналитической лаборатории института биологии Коми НЦ УрО РАН [10].

Анализ биологического забора проб и растительного материала проводился по общепринятым методикам в аттестованной лаборатории Пермского НИИСХ.

Данные были систематизированы и обработаны методом статистического анализа с использованием общепринятых методик [11].

Для правильного и своевременного получения желательного результата в ответственный период требуется проработка рациона с имеющимся запасом кормов и его качества. Требуется вводить современные сбалансированные биологические корма, фитодобавки, которые могут улучшить состояние организма обеспечивая так же и профилактику болезней.

Таблица 2

Коэффициенты переваримости питательных веществ, %

Группа	Показатель					
	Сухое вещество	Органическое вещество	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ
контрольная	62,25 ±1,19	64,33 ±1,37	61,67 ±1,36	70,87 ±1,28	53,04 ±1,38	70,10 ±1,16
1я опытная	64,17 ±1,05	64,44 ±1,47	62,25 ±1,33	71,79 ±1,18	55,68 ±1,24	72,78 ±1,11
2я опытная	65,76 ±1,09	68,39 ±1,29	66,09 ±1,16	73,49 ±1,02	56,07 ±1,26	73,1 6±1,43

По данным опыта животные получавшие изучаемую фитодобавку показали лучшую динамику по переваримости питательных веществ рациона в сравнении с контрольными животными. Данная динамика выражалась в более лучшем переваривании сухого, органического вещества, сырого протеина, сырой клетчатки и БЭВ у второй группы она была выше своих аналогов на 3,45, 4,06, 4,42, 2,26, 3,03 и 3,06 % соответственно. По отношению к аналогам первой группы по тем же питательным веществам разница составила на 1,53, 3,95, 3,84, 1,7, 0,39, 0,38 %.

В обмене веществ между организмом и внешней средой основная роль отводится белковому обмену, основным показателем которого является азот [12].

Не все питательные вещества, которые поступают в организм животных, усваиваются. Примерно 30-40 % питательных веществ выводится из организма в виде кала и мочи. Усвоенные питательные вещества, в том числе и азот, используются организмом для построения своего тела и создания резерва питательных веществ [13].

Основным методом контроля азотистого обмена в организме является определение его баланса, то есть расчет его поступления и потери с непереваренными веществами каловых масс, конечными продуктами обмена (мочой), выделение с получаемой продукцией [14].

Таблица 3

Баланс азота, г/гол. в сутки (X± Sx ,n=3)X

Группа животных	Принято с кормом	Выделено с калом	Переварено	Выделено с мочой	Усвоено	Выделено с молоком	Отложено в теле	Использовано, %:	
								от принятого	от переваренного
контрольная	523,4 ±1,57	165,1 ±0,29	358,3 ±0,37	183,2 ±0,17	171,1 ±0,32	136,3 ±0,39	13,8 ±2,8	2,64	3,85
1я	525,3 ±1,77	166,7 ±0,38	358,6 ±0,38	169,4 ±0,15	179,4 ±0,53	144,3 ±0,57	15,1 ±2,65	2,87	4,21
2я	554,4 ±0,87	176,6 ±0,17	377,8 ±0,43	169,6 ±0,17	210,2 ± 0,27	165,2 ±0,26	26,1 ±1,17**	4,71	6,91

Рассмотрев движение азота далее (N), в организме испытуемых, на основании полученных показателей, нельзя сказать, что критично изменился процент от принятого и от переваренного корма во втором и первом варианте по отношению соответственно к животным по которым осуществлялся контроль, и составил 2,07

и 0,24 и 3,06 и 0,36 %. Все испытуемые одинаково хорошо переваривали N в составе принятого корма, разница была лишь не существенной и составила 19,5 и 0,3 г/гол./сутки во 2-ой и 1-ой группе. Усваивался N значительно лучше во 2-ой группе, а именно на 39,1, а в 1-ой на 8,3 г/гол. в сутки за счет меньшего выделения его с мочой. Среднесуточная разница в отложении N в теле была не значительна 12,3 и 1,3 % во 2-ой и 1-ой группах.

На основе полученных показателей, полученных в ходе исследований фитодобавки, можно сделать вывод, что использование её в составе рациона не оказало отрицательного воздействия на переваримость питательных веществ рациона при введении ее в количестве 350 г/гол./сутки, а при введении 900 г/гол./сутки повысились показатели переваримости питательных веществ и отложение протеина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Donker J.D. Predicting Total Digestible Nutrients and Estimated Net Energy of Dairy Cow Rations from Chemical Components1 // Journal of Dairy Science. 1979. Vol. 62. Is. 3. P. 424-432.

2. Юнусова О.Ю. Влияние премикса на переваримость питательных веществ рациона свиноматок // Нива По- волжья. 2015. № 2 (35). С. 80-83.

3. Стеценко И.И., Любин Н.А., Шлёнкина Т.М. Активность роста и прочность костей скелета свиней при введении в рацион минеральных добавок //Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 2. С. 41-46.

4. Овчинников А.В. Стимулирующая добавка в кормлении поросят-отьёмышей //Нива Поволжья. 2012. № 2 (23). С. 76-79.137

5. Тимофеев Н.П. Левзеясафлоровидная: проблемы интродукции и перспективы использования в качестве биологически активных добавок // Труды КХ «БИО», № 5 (Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты). СПб.: Изд-во Коряжма, 2001. С. 108-134.

6. Тимофеев Н.П. Новая технология и производственная эффективность высококачественного сырья рапонти-ка сафлоровидного [Электронный ресурс]. Режимдоступа URL: https://leuzea.ru/sciens/21-new_technology_production_efficiency_plant-leuzea.pdf (датаобращения: 28.08.2019).

7. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: «Колос», 1976. 303 с.

8. Калашников В.И. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных [Электронный ресурс].

Режим доступа: URL: https://docplayer.ru/53866609-Normy-i-raciony-kormleniya-selskohozyaystvennyh-zhivotnyh.html

(дата обращения: 05.08.2019).

9. Карусевич А.А. Влияние и очистка экдистероидов из листьев левзеисафлоровидной // Вестник ВГМУ. 2005. № 3. С. 87-91. М.: Изд-во Агропромиздат, 1989. 239 с.

10. Dinan L. Chromatographic procedures for the isolation of plant steroids // J. Chromatogr A. 2001. Vol. 935. Is. 1-2. P. 105-123

11. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Изд-во Колос, 1986. 255 с.

12. Юнусова, О. Ю. Баланс азота, обмен кальция и фосфора в организме свиней на откорме при скармливании белково-витаминного продукта / О. Ю. Юнусова, Л. В. Сычева, А. С. Тельнов // Научно-техническое обеспечение агропромышленного комплекса в реализации Государственной программы развития сельского хозяйства до 2020 года : Сборник статей по материалам международной научно-практической

конференции, посвященной 75-летию Курганской ГСХА имени Т.С. Мальцева, Курган, 18–19 апреля 2019 года / Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2019. – С. 817-822. – EDN DMTMTU.

13. Сычева, Л. В. Обмен азота и минеральных веществ в организме бычков при скармливании кормовых дрожжей / Л. В. Сычева // Современные аспекты ветеринарии и зоотехнии. Творческое наследие В.К. Бириха (к 115-летию со дня рождения) : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Пермь, 25 апреля 2018 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ Прокростъ, 2018. – С. 79-81. – EDN YXIODG.

14. Овчинников, А. А. Влияние фитодобавок на азотистый обмен в организме кур-несушек / А. А. Овчинников // Пермский аграрный вестник. – 2024. – № 1(45). – С. 115-121. – DOI 10.47737/2307-2873_2024_45_115. – EDN FEFFKJ.

REFERENCES

1. Donker J.D. Predicting Total Digestible Nutrients and Estimated Net Energy of Dairy Cow Rations from Chemical Components1 // Journal of Dairy Science. 1979. Vol. 62. Is. 3. P. 424-432.

2. YunusovaO.Yu. The effect of premix on the digestibility of nutrients in the diet of sows // Niva of the Volga region. 2015. No. 2 (35). pp. 80-83.

3. Stetsenko I.I., Lyubin N.A., Shlenkina T.M. Growth activity and bone strength of the pig skeleton when introducing mineral additives into the diet //Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2011. № 2. C. 41-46.

4. Ovchinnikov A.V. Stimulating additive in feeding baby pigs //The field of the Volga region. 2012. № 2 (23). C. 76-79.137 5. Timofeev N.P. Leuzea safflower: problems of introduction and prospects of use as biologically active additives // Proceedings of the KH "BIO", No.

5 (Non-traditional natural resources, innovative technologies and products). St. Petersburg: Koryazhma Publishing House, 2001. pp. 108-134.

6. Timofeev N.P. New technology and production efficiency of high-quality raw materials of safflower rapontium [Electronic resource]. URL Access mode: https://leuzea.ru/sciens/21 - new_technology_production_efficiency_plant-leuzea.pdf (accessed 28.08.2019).

7. Ovsyannikov A.I. Fundamentals of experimental business in animal husbandry. M.: "Kolos", 1976. 303 p.

8. Kalashnikov V.I. Norms and rations of feeding farm animals [Electronic resource]. Access mode: URL: https://docplayer.ru/53866609-Normy-i-raciony-kormleniya-selskohozyaystvennyh-zhivotnyh.html (date of reference: 08/05/2019). 9. Karusevich A.A. The effect and purification of ecdysteroids from the leaves of Leucea safflower // Bulletin of the VSMU. 2005. No. 3. pp. 87-91. M.: Publishing House ofAgropromizdat, 1989. 239 p .

10. Dinan L. Chromatographic procedures for the isolation of plant steroids // J. Chromatogr A. 2001. Vol. 935. Is. 1-2. P. 105-123.

11. Plokhinsky N.A. Guide to biometrics for animal technicians Moscow: Kolos Publishing House, 1986. 255 p.

12. Yunusova, O. Yu. Nitrogen balance, calcium and phosphorus metabolism in the body of fattening pigs when feeding a protein-vitamin product / O. Yu. Yunusova, L. V. Sycheva, A. S. Telnov // Scientific and technical support of the agro-industrial complex in the implementation of the State program for the development of agriculture until 2020

: A collection of articles based on the materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev, Kurgan, April 18-19, 2019 / Under the general editorship of S.F. Sukhanova. – Kurgan: Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltseva, 2019. – pp. 817-822. – EDN DMTMTU.

13. Sycheva, L. V. Metabolism of nitrogen and minerals in the body of bulls when feeding fodder yeast / L. V. Sycheva // Modern aspects of veterinary and animal science. The creative legacy of V.K. Birich (to the 115th anniversary of his birth) : materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Perm, April 25, 2018 / Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov". – Perm: CPI Procrost, 2018. – pp. 79-81. – EDN YXIODG.

14. Ovchinnikov, A. A. The effect of phytonutrients on nitrogen metabolism in the body of laying hens / A. A. Ovchinnikov // Perm Agrarian Bulletin. – 2024. – № 1(45). – Pp. 115-121. – DOI 10.47737/2307-2873_2024_45_115. – EDN FEFFKJ.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026

УДК 633.11:631.8 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-262-266

Влияние минеральных удобрений на фенологические процессы и качественные показатели яровой пшеницы

The influence of mineral fertilizers on the phenological and quality indicators of spring wheat

Аспирант А.Н. Воронин, доцент В.В. Чибис,

ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», кафедра агрономии, селекции и семеноводства 89139647146, s.voronin1977@bk.ru

Postgraduate student A.N. Voronin, Associate Professor V.V. Chibis,

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Department of Agronomy, Breeding and Seed Production 89139647146, s.voronin1977@bk.ru

Аннотация. В статье представлены результаты трехлетних полевых исследований (2021–2023 гг.), посвященных оценке влияния различных доз и соотношений минеральных удобрений (NPK) на фенологическое развитие, урожайность и качество зерна яровой пшеницы сорта «Омская 28» в условиях лесостепной зоны Омской области. Установлено, что применение удобрений достоверно увеличивает продолжительность вегетационного периода культуры на 5–10 дней по сравнению с контролем за счет удлинения межфазных периодов. Максимальная урожайность зерна (4,21 т/га) и содержание сырого протеина (14,5%) были достигнуты при внесении дозы $N_{90}P_{60}K_{60}$. . Выявлена сильная положительная корреляция (r = 0,89) между уровнем азотного питания и содержанием сырой клейковины в зерне. Результаты подтверждают, что сбалансированная система минерального питания, с акцентом на азотный компонент, является эффективным инструментом управления не только продуктивностью, но и технологическими (хлебопекарными) качествами зерна яровой пшеницы, позволяющим получать сырье, соответствующее категории ценной пшеницы.

Abstract. The article presents the results of a three-year field study (2021-2023) on the effect of different doses and ratios of mineral fertilizers (NPK) on the phenological development, yield and grain quality of the spring wheat variety 'Omskaya 28' in the forest-steppe zone of the Omsk region. It was found that fertilization significantly increased the duration of the growing season of the crop by 5-10 days compared to the control due to the lengthening of interphase periods. The maximum grain yield (4.21 t/ha) and crude protein content (14.5%) were achieved with the application of $N_{90}P_{60}K_{60}$. A strong positive correlation (r = 0.89) was found between the level of nitrogen nutrition and the content of crude gluten in the grain. The results confirm that a balanced mineral nutrition system, with an emphasis on the nitrogen component, is an effective tool for managing not only the productivity but also the technological (baking) qualities of spring wheat grain, making it possible to obtain raw materials corresponding to the category of valuable wheat.

Ключевые слова: яровая пшеница, минеральные удобрения, фенология, урожайность, качество зерна, сырой протеин, клейковина, корреляция.

Keywords: spring wheat, mineral fertilizers, phenology, yield, grain quality, crude protein, gluten, correlation.

Яровая пшеница является стратегически важной продовольственной культурой в России. Современные задачи агропромышленного комплекса включают не только стабильное наращивание валовых сборов зерна, но и обязательное улучшение его технологических свойств, что напрямую определяет эффективность мукомольной и

© А.Н. Воронин, В.В. Чибис, 2026



хлебопекарной отраслей [1]. Качество зерна, в первую очередь определяемое содержанием и качеством белка (клейковины), в значительной степени зависит от уровня и сбалансированности минерального питания растений, особенно азотного [2, 3]. Однако влияние удобрений носит комплексный характер, затрагивая физиологические процессы. Оптимизация фона питания способна регулировать темпы прохождения фенологических фаз, что в конечном итоге влияет на формирование элементов структуры урожая и накопление пластических веществ в зерне [4]. В связи с этим, целью настоящей работы явилась оценка влияния различных доз и соотношений минеральных удобрений на фенологические особенности, урожайность и ключевые качественные показатели зерна яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Исследования проводились в 2021–2023 гг. на опытном поле кафедры растениеводства Омского ГАУ. Объект исследования – яровая мягкая пшеница (Triticum aestivum L.) сорта «Омская 28». Почва участка – чернозем выщелоченный среднемощный: содержание гумуса 5,8%, подвижного фосфора (по Чирикову) – 145 мг/кг, обменного калия – 110 мг/кг, pH солевой вытяжки – 6,2. Схема опыта включала варианты: 1) контроль (без удобрений);2) $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3) $N_{60}P_{60}K_{60}$; 4) $N_{90}P_{60}K_{60}$; 5) $N_{90}P_{90}K_{90}$. Азотные (аммиачная селитра), фосфорные (двойной суперфосфат) и калийные (хлористый калий) удобрения вносили единовременно под предпосевную культивацию. Фенологические наблюдения, учет урожая и анализ качества зерна (содержание сырого протеина по Кьельдалю, количество и качество клейковины на ИДК-1, натура) проводили по общепринятым методикам [5]. Статистическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа в программе Statistica 10.0 с оценкой достоверности по критерию $НСР_{0.05}$.. Применение минеральных удобрений оказало регулирующее влияние на темпы развития растений. На неудобренном фоне период «всходы – полная спелость» составлял в среднем 82 дня. С увеличением доз NPK, особенно азота, наблюдалось удлинение вегетации. В варианте $N_{90}P_{60}K_{60}$ фаза колошения наступала на 3 дня позже, а полной спелости – на 7 дней позже контроля, что связано с пролонгированием азотом активной ростовой деятельности. Данное удлинение критического периода формирования зерна является агрономически благоприятным фактором. Минеральные удобрения достоверно повышали все элементы структуры урожая (табл. 1).

Таблица 1

Влияние минеральных удобрений на структуру урожая и урожайность яровой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)

Вариант опыта	Продуктивная кустистость, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
Контроль (без удобрений)	1.4	18.2	32.1	2.15
N_{30} P_{30} K_{30}	1.6	21.5	35.8	2.98
N_{60} P_{60} K_{60}	1.9	25.1	38.5	3.65
N_{90} P_{60} K_{60}	2.1	28.3	40.2	4.21
N_{90} P_{90} K_{90}	2.2	28.5	39.8	4.18
$НСР_{0.055}$	0.2	1.8	1.5	0.24

Урожайность зерна возрастала по мере интенсификации питания, достигая максимума 4,21 т/га в варианте $N_{90}P_{60}K_{60}$, что на 95,8% выше контроля. Дальнейшее увеличение доз фосфора и калия ($N_{90}P_{90}K_{90}$) не привело к существенному приросту, указывая на достаточность фона $P_{60}K_{60}$ для реализации потенциала азота в дозе 90 кг д.в./га. Качественные показатели зерна продемонстрировали четкую зависимость от уровня азотного питания (табл. 2). Содержание сырого протеина и сырой клейковины линейно возрастало с увеличением дозы азота. В оптимальном варианте ($N_{90}P_{60}K_{60}$) эти показатели составили 14,5% и 31,2% соответственно, что соответствует требованиям к ценной пшенице. Корреляционный анализ подтвердил сильную прямую связь между дозой азота и содержанием клейковины (r = 0,89). Качество клейковины по ИДК во всех вариантах с удобрениями оставалось в группе «хорошая». Натура зерна также увеличивалась при внесении NPK.

Таблица 2

Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от фона минерального питания (среднее за 2021–2023 гг.)

Вариант опыта	Сырой протеин, %	Сырая клейковина, %	ИДК, ед.	Натура зерна, г/л
Контроль (без удобрений)	11.2	20.5	75	742
N_{30} P_{30} K_{30}	12.1	23.8	80	755
N_{60} P_{60} K_{60}	13.4	27.5	85	768
N_{90} P_{60} K_{60}	14.5	31.2	80	770
N_{90} P_{90} K_{90}	14.6	31.0	75	765
$НСР_{0.0}$	0.6	1.5	–	12

Проведённые исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Минеральные удобрения, особенно азотные, регулируют фенологию яровой пшеницы, увеличивая общую продолжительность вегетационного периода на 5–10 дней, что способствует более полной реализации потенциала продуктивности.
2. Интенсификация минерального питания достоверно повышает элементы структуры урожая. Максимальная урожайность зерна 4,21 т/га сформировалась при внесении сбалансированной дозы $N_{90}P_{60}K_{60}$.
3. Качественные показатели зерна (содержание сырого протеина и клейковины) находятся в прямой сильной зависимости от уровня азотного питания. Применение системы удобрений $N_{90}P_{60}K_{60}$ обеспечивает получение зерна яровой пшеницы, соответствующего категории ценной по ГОСТ.

Таким образом, научно обоснованное применение сбалансированных доз минеральных удобрений, с акцентом на азотный компонент, является эффективным агроприемом для одновременного повышения урожайности и улучшения технологических свойств зерна яровой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири.



ЛИТЕРАТУРА

1. Alobo A.O. Prospects of wheat-based food systems for enhancing food and nutrition security in Sub-Saharan Africa // Journal of Agriculture and Food Research. – 2023. – Vol. 14. – P. 100882. DOI: 10.1016/j.jafr.2023.100882

2. Hawkesford M.J., et al. Functions of Macronutrients // Marschner's Mineral Nutrition of Plants. – 4th ed. – Academic Press, 2023. – P. 201-281. DOI: 10.1016/B978-0-12-819773-8.00006-6

3. Barraclough P.B., et al. Nitrogen efficiency of wheat: Genotypic and environmental variation and prospects for improvement // European Journal of Agronomy. – 2010. – Vol. 33, No 1. – P. 1–11. DOI: 10.1016/j.eja.2010.01.005

4. Gaju O., et al. Nitrogen partitioning and remobilization in relation to leaf senescence, grain yield and grain nitrogen concentration in wheat cultivars // Field Crops Research. – 2014. – Vol. 155. – P. 213–223. DOI: 10.1016/j.fcr.2013.09.003

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Лань, 2019. – 352 с.

6. Завалин А.А. Агрохимия. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2021. – 423 с.

7. Кидин В.В., Стифеев А.И. Влияние минеральных удобрений на фенологию и продуктивность яровой пшеницы в Нечерноземной зоне // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 5(184). – С. 2-8.

8. Федотов В.А., Щербакова Н.С. Формирование качества зерна яровой пшеницы в зависимости от условий минерального питания // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 4(70). – С. 16-21.

9. Чибис В.В., Воронин А.Н. Эффективность стартовых доз минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы в Омском Прииртышье // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2(42). – С. 25-32.

10. Hawkesford M.J. Reducing the reliance on nitrogen fertilizer for wheat production // Journal of Cereal Science. – 2014. – Vol. 59, No 3. – P. 276–283. DOI: 10.1016/j.jcs.2013.12.001

REFERENCES

1. Alobo A.O. Prospects of wheat-based food systems for enhancing food and nutrition security in Sub-Saharan Africa, Journal of Agriculture and Food Research, 2023, Vol. 14, P. 100882 (English). DOI: 10.1016/j.jafr.2023.100882

2. Hawkesford M.J., et al. Functions of Macronutrients, Marschner's Mineral Nutrition of Plants, 4th ed., Academic Press, 2023, P. 201-281 (English). DOI: 10.1016/B978-0-12-819773-8.00006-6

3. Barraclough P.B., et al. Nitrogen efficiency of wheat: Genotypic and environmental variation and prospects for improvement, European Journal of Agronomy, 2010, Vol. 33, No 1, P. 1–11 (English). DOI: 10.1016/j.eja.2010.01.005

4. Gaju O., et al. Nitrogen partitioning and remobilization in relation to leaf senescence, grain yield and grain nitrogen concentration in wheat cultivars, Field Crops Research, 2014, Vol. 155, P. 213–223 (English). DOI: 10.1016/j.fcr.2013.09.003

5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy [Methods of field experiment with the basics of statistical processing of research results], Moscow: Lan', 2019, 352 pp. (Russian).

6. Zavalin A.A. Agrokhimiya [Agrochemistry], 3rd ed., Moscow: Yurait, 2021, 423 pp. (Russian).

7. Kidin V.V., Stifeev A.I. Vliyanie mineral'nykh udobreniy na fenologiyu i produktivnost' yarovoy pshenitsy v Nechernozemnoy zone [Influence of mineral fertilizers

on phenology and productivity of spring wheat in the Non-chernozem zone], Agrarnyy vestnik Urala, 2019, No 5(184), pp. 2-8 (Russian).

8. Fedotov V.A., Shcherbakova N.S. Formirovanie kachestva zerna yarovoy pshenitsy v zavisimosti ot usloviy mineral'nogo pitaniya [Formation of spring wheat grain quality depending on mineral nutrition conditions], Zernovoe khozyaystvo Rossii, 2020, No 4(70), pp. 16-21 (Russian).

9. Chibis V.V., Voronin A.N. Effektivnost' startovykh doz mineral'nykh udobreniy pri vozdelyvanii yarovoy pshenitsy v Omskom Priirtysh'e [Efficiency of starter doses of mineral fertilizers in the cultivation of spring wheat in the Omsk Irtysh region], Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2022, No 2(42), pp. 25-32 (Russian).

10. Hawkesford M.J. Reducing the reliance on nitrogen fertilizer for wheat production, Journal of Cereal Science, 2014, Vol. 59, No 3, P. 276–283 (English). DOI: 10.1016/j.jcs.2013.12.001

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026



УДК 636.2: 618.7 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-267-271

Терапевтическая эффективность комплексного лечения при послеродовом эндометрите коров

Therapeutic effectiveness of complex treatment for postpartum endometritis of cows

Заведующая кафедрой Л.Г. Войтенко, студент С.Р. Полина, студент В.А. Трофимова,
Донской государственный аграрный университет, п. Персиановский, тел: 8-951-490-65-58, voitenko.olya@mail.ru.
Технолог Ю.С. Гнидина,
ООО «Агрофирма «Деметра» Ростовская область, Каменский район, х. Старая Станица. Тел:89518209054.
Заместитель директора Т.В. Мелешкова,
ГБУ РО «Управление АЛМ»
Доцент А.А. Махмудович,
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, кафедра ветеринарной медицины, тел: 8-951-490-65-58, voitenko.olya@mail.ru.

Head of the department L.G. Voitenko, student S.R. Polina, student V.A. Trofimova,
Don State Agrarian University, Persianovsky settlement, phone: 8-951-490-65-58, voitenko.olya@mail.ru .
Technologist Y.S. Gnidina,
Agrofirma Demeter LLC, Rostov region, Kamensky district, village of Staraya Stanitsa. Phone:89518209054.
Deputy Director T.V. Meleshkova,
GBU RO «Management of ALM»
Associate Professor A.A. Makhmudovich,
Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Department of Veterinary Medicine, tel: 8-951-490-65-58, voitenko.olya@mail.ru.

Аннотация: Важной проблемой животноводства в настоящее время являются такие заболевания как послеродовые эндометриты у коров, которые характеризуются повсеместным широким распространением, большой массовостью проявлений и причинением огромного экономического ущерба, который слагается из бесплодия и ранней выбраковки коров. Заболеваемость животных послеродовым эндометритом очень высокая и во многом зависит от течения беременности. На развитие у коров плода их организм может затрачивать до 70 % своей энергии. Существуют разные методы лечения данного заболевания у животных, и каждый из них имеет свою терапевтическую эффективность. Вследствие этого изучение и совершенствование метода лечения животных при послеродовом эндометрите является актуальной задачей. Цель работы изучить терапевтический эффект комплексного лечения коров при послеродовом эндометрите. Для проведения исследований по изучению терапевтической эффективности лечения коров подбирали 20 коров с выявленными симптомами данной патологии, из которых сформировали опытную и контрольную группы по 10 голов, пар аналогов.

Abstract: This article presents the results of a study of the therapeutic effectiveness of complex treatment for postpartum endometritis in cows, which were conducted in 2025 at the Department of Obstetrics, Surgery and Physiology of Domestic Animals of the Don State Agrarian University. Currently, an important problem of animal husbandry is diseases such as postpartum endometritis in cows, which are

© Л.Г. Войтенко, С.Р. Полина, Ю.С. Гнидина, Т.В. Мелешкова, В.А. Трофимова, А.А. Махмудович, 2026

characterized by widespread prevalence, large-scale manifestations and causing enormous economic damage resulting from infertility and early culling of cows. The incidence of postpartum endometritis in animals is very high and largely depends on the course of pregnancy. Cows can spend up to 70% of their energy on fetal development. There are different methods of treating postpartum endometritis in animals, and each of them has its own therapeutic effectiveness. As a result, the study and improvement of the method of treating animals with postpartum endometritis is an urgent task. The aim of the work was to study the therapeutic effect of complex treatment of cows with postpartum endometritis. To conduct research on the therapeutic effectiveness of cow treatment, 20 cows with identified symptoms of this pathology were selected, from which experimental and control groups of 10 heads, pairs of analogues were formed.

Ключевые слова: коровы, эффективность, комплексное лечение, послеродовой эндометрит.

Keywords: cows, efficacy, complex treatment, postpartum endometritis.

Одной из насущных проблем животноводства, ведущей к нарушению воспроизводства стада крупного рогатого скота в настоящее время являются послеродовые эндометриты у коров, которые характеризуются повсеместным широким распространением, большой массовостью проявлений и причинением огромного экономического ущерба, который слагается из бесплодия и ранней выбраковки коров [1,5,8]. Очень высокая заболеваемость животных послеродовым эндометритом во многом зависит от течения беременности. На развитие у коров плода их организм может затрачивать до 70 % своей энергии [2,3,7,10].

Известные способы и схемы лечения послеродового эндометрита коров демонстрируют различную эффективность. Вследствие этого изучение и совершенствование способов лечения при послеродовом эндометрите у коров является актуальной задачей [4,6,9]. Цель работы изучение терапевтической эффективности комплексного лечения коров при послеродовом эндометрите, а также его влияние на динамику показателей воспроизводства стада крупного рогатого скота. Опыты по исследованию терапевтической эффективности лечения коров при послеродовом эндометрите проводили на коровах породы голштино-фризская. Для этого подбирали 20 голов с выявленными симптомами данной патологии, из которых сформировали опытную и контрольную группы по 10 голов, пар аналогов. При формировании опытной и контрольной групп учитывали продуктивность животных, возраст, живую массу, упитанность, характер и течение у них воспалительного процесса. При проведении лечения коров, больных острым гнойно-катаральным эндометритом поставили задачи – подавить микрофлору в очаге повреждения и уменьшить воспалительный процесс, усилить тонус и сокращение мышц матки, ускорить эвакуацию лохий. Коров опытной группы лечили способом 1, коров контрольной группы способом 2. Способы лечения коров при эндометрите представлены в таблице 1.

Таблица 1

Способы лечения коров при эндометрите

Группа коров, n - 10	Способ лечения
Опытная группа	Лексофлон в дозе 30мл, в 1, 2 и 3 день через 24 ч внутримышечно. Кетовет в дозе 20 мл, в 1, 2 и 3 день через 24 ч, внутримышечно Метростим в дозе 10мл, во 2 и 4 дни, через 48 ч, внутримышечно Ниокситил Форте в дозе 150 мл, в 1, 3 и 5 и далее через 48 ч до выздоровления внутриматочно
Контрольная группа	Лексофлон в дозе 30мл, в 1, 2 и 3 день через 24 ч внутримышечно. Кетовет в дозе 20 мл, в 1, 2 и 3 день через 24 ч, внутримышечно Метростим в дозе 10мл, во 2 и 4 дни, через 48 ч, внутримышечно Максинон в дозе 150 мл, в 1, 3 и 5 и далее через 48 ч до выздоровления внутриматочно

В опытной группе применили новый препарат Ниокситил Форте в дозе 150 мл, в 1, 3 и 5 и далее через 48 ч до выздоровления внутриматочно, вместо Максинона, который применяли в контрольной группе в дозе 150 мл, в 1, 3 и 5 и далее через 48

ч до выздоровления внутриматочно. Перед введением препаратов внутриматочно, подогревали их до температуры тела коров и вводили их с помощью шприца Жане и отрезка слуховой резины рукой, введенной во влагалище (рис. 1).



Рис. 1. Внутриматочное введение препаратов

Перед введением руки во влагалище проводили туалет половых органов при помощи санирующих растворов и надевали на руку одноразовую полиэтиленовую перчатку. Всех животными, опытной и контрольной групп подвергали клиническому исследованию ежедневно. Учитывали число выздоровевших животных, продолжительность сервис периода, индекс осеменения и число дней бесплодия. Диагностику беременности проводили методом УЗИ. У коров, до лечения и после выздоровления, брали кровь для морфологического исследования. В результате проведенного лечения в опытной и контрольной группах все коровы выздоровели, длительность курса лечения в опытной группе была в среднем на 1,2 дня меньше чем в контрольной группе. Число дней бесплодия в опытной группе было меньше чем в контрольной на 8 дней. Индекс осеменения в опытной группе был отличным - 1,2, а в контрольной группе был несколько хуже и составил 1,6.

Таблица 2

Эффективность способов лечения коров, больных острым гнойно-катаральным эндометритом

Группа, n - 10	Излечено		Длительность курса лечения	Сервис период	Количество дней бесплодия	Индекс осеменения
	Голов	%				
Опытная	10	100	5,8±0,2*	68±0,5*	8±1*	1,2±0,3*
Контрольная	10	100	7,2±0,3	72±0,5	12±7	1,6±0,2

В 1 и 2 дни лечения коров опытной и контрольной групп мы наблюдали увеличение объема выделений лохий с прожилками слизи и гноя, а с 3 - 4 дня после начала лечения -уменьшение до нескольких десятков миллилитров. К концу лечения тонус и сократимость матки заметно усилились, шейку матки мы находили на середине тазовой полости, рога матки располагались на переднем крае переднего сращения и отвечали сокращениями на поглаживание. Все коровы опытной и контрольной групп пришли в охоту в среднем на 21-27 день после отела. Осеменяли коров в стадию возбуждения второго и при необходимости третьего полового цикла.



Рис. 2 – Диагностика стельности у коров методом УЗИ

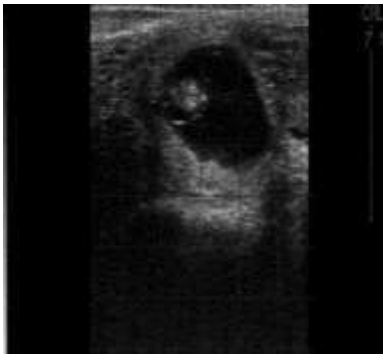


Рис. 3 – Беременность у коровы при УЗИ, 30 суток

В результате применения комплексных способов лечения коров при послеродовом гнойно-катаральном эндометрите в опытной и контрольной группах все коровы выздоровели, длительность курса лечения в опытной группе была в среднем на 1,2 дня меньше чем в контрольной группе. Число дней бесплодия в опытной группе было меньше чем в контрольной на 8 дней. Индекс осеменения в опытной группе был отличным - 1,2, а в контрольной группе был несколько хуже и составил 1,6.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев А.В. Способ профилактики послеродовых заболеваний у коров/А.В. Воробьев, Ю.В. Лимова, Р.С. Гришин, О.Н. Седова// Труды Куб ГАУ, - Серия: Ветеринарные науки, № 1 (ч.2.).2009.-с.153-152.

2. Войтенко Л.Г. Лазеротерапия при послеродовом эндометрите коров / Л.Г. Войтенко, Н.Л. Хижнякова, А.А. Болдарев // Инновационный путь развития АПК – магистральное направление научных исследований для сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции 6-9 февраля 2007, пос. Персиановский, 2007, с – 37-38.

3. Войтенко Л.Г. Сравнительная оценка различных методов терапии коров при послеродовом эндометрите с использованием лазера «Зорька» / Л.Г. Войтенко, Е.С. Полозюк, Н. Степаненко // Через инновации в науке и образовании к экономическому росту АПК. Материалы Международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, 2008, с – 70-71.

4. Войтенко, Л.Г. Изучение возможности лечения коров при послеродовом эндометрите с использованием новых препаратов [Текст] / Л.Г. Войтенко, Е.И. Нежельская, П.А. Никитеев // Современные технологии сельскохозяйственного производства и приоритетные направления развития аграрной науки: материалы международной научно-практической конференции (пос.Персиановский, 4-7 февраля 2014 г.). – Персиановский: ДонГАУ, 2014. – Т. III. - С. 139-141.

5. Войтенко Л.Г., Профилактика эндометрита у коров с использованием новых препаратов/ Войтенко Л.Г., Гнидина Ю.С., Шилин Д.И., Войтенко О.С., Николаев В.В., Головань И.А.//В сборнике: Актуальные проблемы и методические подходы к лечению и профилактике болезней животных. материалы международной научно-практической конференции. 2015. С. 24-26.

6. Войтенко О.С., Откормочные качества и некоторые биологические особенности молодняка свиней в зависимости от используемых препаратов/Войтенко Л.Г., Бараников А.И.//Зоотехния. 2014. № 4. С. 31-32.

7. Войтенко О.С., Биопрепараты и их влияние на убойные качества молодняка свиней/Войтенко О.С., Войтенко Л.Г.//Свиноводство. 2014. № 2. С. 24-25.

8. Войтенко Л.Г., Восстановление репродуктивной функции коров путем ликвидации симптоматического бесплодия/Войтенко Л.Г., Лапина Т.И., Головань И.А., Гнидина Ю.С., Войтенко О.С., Шилин Д.И.//Ветеринарная патология. 2014. № 3-4 (49-50). С. 24-31.

9. Войтенко Л.Г., Субклинический эндометрит коров. диагностика, распространение, методы лечения/Войтенко Л.Г., Лапина Т.И., Головань И.А., Гнидина Ю.С., Войтенко О.С., Шилин Д.И.//Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2014. № 5. С. 33-37.

10. Войтенко Л.Г., Нетрадиционная терапия коров при мастите/Войтенко Л.Г., Дробышевская А.А., Чекрышева В.В., Картушина А.С.//Ветеринарная патология. 2013. № 1 (43). С. 8-11.

REFERENCES

1. Vorobyov A.V. Method of prevention of postpartum diseases in cows/A.V. Vorobyov, Yu.V. Limova, R.S. Grishin, O.N. Sedova// Proceedings of the Kuban State Agrarian University, - Series: Veterinary Sciences, No. 1 (part 2.).2009.-pp.153-152.

2. Voitenko L.G. Laser therapy for postpartum endometritis of cows / L.G. Voitenko, N.L. Khizhnyakova, A.A. Boldarev // Innovative way of agro–industrial complex development - the main direction of scientific research for agriculture. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference on February 6-9, 2007, village Persianovsky, 2007, pp. 37-38.

3. Voitenko L.G., Polozyuk E.S., Stepanenko N.G. Comparative assessment of various methods of therapy of cows with postpartum endometritis using the Zorka laser // Through innovations in science and education to the economic growth of the agro-industrial complex. Materials of the International Scientific and Practical Conference, village Persianovsky, 2008, pp. 70-71.

4. Voitenko, L.G. Studying the possibility of treating cows with postpartum endometritis using new drugs [Text] / L.G. Voitenko, E.I. Nezhelskaya, P.A. Nikiteev // Modern agricultural production technologies and priority areas for the development of agricultural science: proceedings of the international scientific and practical conference (villagePersianovsky, February 4-7, 2014). – Persianovsky: DonGAU, 2014. – Vol. III. - pp. 139-141.

5. Voitenko L.G., Prevention of endometritis in cows using new drugs/ Voitenko L.G., Gnidina Yu.S., Shilin D.I., Voitenko O.S., Nikolaev V.V., Golovan I.A.//In the collection: Current problems and methodological approaches to the treatment and prevention of animal diseases. materials of the international scientific and practical conference. 2015. pp. 24-26.

6. Voitenko O.S., Fattening qualities and some biological features of young pigs depending on the preparations used/Voitenko L.G., Baranikov A.I.//Animal science. 2014. No. 4. pp. 31-32.

7. Voitenko O.S., Biological preparations and their effect on the slaughter qualities of young pigs/Voitenko O.S., Voitenko L.G.//Pig breeding. 2014. No. 2. pp. 24-25.

8. Voitenko L.G., Restoration of reproductive function of cows by eliminating symptomatic infertility/Voitenko L.G., Lapina T.I., Golovan I.A., Gnidina Yu.S., Voitenko O.S., Shilin D.I.//Veterinary pathology. 2014. No. 3-4 (49-50). pp. 24-31.

9. Voitenko L.G., Subclinical endometritis of cows. diagnosis, distribution, and treatment methods/Voitenko L.G., Lapina T.I., Golovan I.A., Gnidina Yu.S., Voitenko O.S., Shilin D.I.//Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2014. No. 5. pp. 33-37.

10. Voitenko L.G., Alternative therapy of cows with mastitis/Voitenko L.G., Drobyshevskaya A.A., Chekrysheva V.V., Kartushina A.S.//Veterinary pathology. 2013. No. 1 (43). pp. 8-11.

МАШИНОСТРОЕНИЕ В АПК

УДК 637.13, 621.671 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-272-278

Рабочие характеристики пищевых насосов серии ОНЦ

Performance characteristics of ONC series food pumps

Профессор Н.Л. Великанов (ORCID 0000-0001-6833-7417),
Калининградский государственный технический университет, научно-образовательный центр судостроения, морской инфраструктуры и техники, тел. +7 (4012) 56-48-02, nikolay.velikanov@klgtu.ru

Профессор В.А. Наумов (ORCID 0000-0003-0560-5933),
Калининградский государственный технический университет, кафедра техносферной безопасности и природообустройства, тел. +7 (4012) 99-53-37, vladimir. naumov@klgtu. ru

Professor N.L. Velikanov,
Kaliningrad State Technical University, Scientific and Educational Center for Shipbuilding, Marine Infrastructure and Technology, tel. +7 (4012) 56-48-02, nikolay.velikanov@klgtu.ru

Professor V.A. Naumov,
Kaliningrad State Technical University, chair of Technosphere Safety and Environmental Management, tel. +7 (4012) 99-53-37, vladimir. naumov@klgtu. Ru

Аннотация. Технологические процессы работы с молоком в масштабах больших производств связаны с перемещением молока и молочной продукции на значительные расстояния. В этом случае жидкости чаще всего транспортируются посредством насосных систем. Эффективность работы насосов во многом влияет на качество и экономические показатели готовой продукции. Рассмотрены центробежные насосы серии ОНЦ, выпускаемые АО «Ливнынасос», Завод-Диспергатор, ООО «ИТЦ Пищмашсервис», ООО «Насосы Ампика», ООО «НПО Ермак», ООО «Пищевые насосы». Производители насосов ОНЦ приводят в технической документации рабочие характеристики. Отдельные торговые фирмы предлагают использовать ОНЦ для жидкостей с вязкостью сгущенного молока, кефира, пивного сусла. В работе по отдельным технические параметры насосов серии ОНЦ показаны алгоритмы и примеры составления расчетных зависимостей для этих параметров. Рассмотрены подача, напор, мощность, кпд, удельные энергетические затраты. Получено хорошее соответствие расчетных и экспериментальных данных. Можно рекомендовать такие алгоритмы для нахождения гидравлических характеристик центробежных молочных насосов.

Abstract. The technological processes of working with milk on a large scale are associated with the movement of milk and dairy products over considerable distances. In this case, liquids are most often transported by pumping systems. The efficiency of pumps largely affects the quality and economic performance of finished products. The centrifugal pumps of the ONC series produced by JSC Livnynasos, the Dispersing Plant, LLC ITC Pishchmashservice, LLC Ampika Pumps, LLC NPO Ermak, LLC Food Pumps are considered. Manufacturers of ONC pumps provide performance characteristics in the technical documentation. Some trading companies suggest using ONTs for liquids with the viscosity of condensed milk, kefir, and beer wort. In the work on the individual technical parameters of pumps of the ONC series, algorithms and examples of calculating dependencies for these parameters are shown. The supply, pressure, power, efficiency, and specific energy costs are considered. A good agreement between the calculated and experimental data has been obtained. We can recommend such algorithms for finding the hydraulic characteristics of centrifugal milk pumps.

Ключевые слова: центробежный насос, молокоперерабатывающее предприятие, напорная характеристика, энергетическая эффективность

Keywords: centrifugal pump, milk processing plant, pressure characteristics, energy efficiency

© Н.Л. Великанов, В.А. Наумов, 2026

Центробежные насосы серии ОНЦ широко используются в пищевой промышленности, в частности для приемки молока из молоковозов на молокоперерабатывающих предприятияхИх выпускают многие российские предприятия, в том числе АО «Ливнынасос» [1], Завод-Диспергатор [2], ООО «ИТЦ Пищмашсервис» [3], ООО «Насосы Ампика» [4], ООО «НПО Ермак» [5], ООО «Пищевые насосы» [6], и др.

Насосы выпускаются в двух основных версиях. Первая обозначается, как правило, ОНЦ1-X/Y, где X – номинальная подача, м^3/час, Y – номинальный напор, м. Такой насос не является самовсасывающим и требует предварительной заливки.

Другая версия – самовсасывающий насос, обозначается ОНЦ3 [1], ОНЦС [2] или ОНЦ1-С[3].

Самовсасывающие насосы ОНЦ имеют большую стоимость. Так в прайс-листе «Ливнынасос» [1] на 01.12.2025 цена ОНЦ1-12,5/20 составляла 27240 рублей , тогда как самовсасывающего насоса с меньшим напором ОНЗ3-12/10 – 53400 рублей (оба насоса без электродвигателя).

Все вышеуказанные производители насосов ОНЦ приводят в технической документации рабочие характеристики, полученные при перекачивании воды (при 20°С кинематическая вязкость ν = 1 сСт). Такие агрегаты пригодны для подачи пищевых жидкостей с большей вязкостью, например, в [1] указано – до 130 сСт, в [2] – до 300 сСт, в некоторых – до 400 сСт. Отдельные торговые фирмы предлагают использовать ОНЦ для жидкостей с вязкостью до 1000 сСт (сгущенное молоко, кефир, пивное сусло), снижая частоту вращения до 100щ об/мин. Однако необходимо учитывать, что такое увеличение вязкости перекачиваемой среды приводит к резкому снижению производительности насоса и росту затраченной мощности.

Реологические свойства молока и сливок обсуждаются во многих публикациях [7-9]. Вязкость молочных продуктов зависит от их состава и температуры.

Отдельные технические параметры насосов серии ОНЦ приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Технические параметры насосов серии ОНЦ [4]

Марка насоса	Подача *Q*, м3/час (min-max)	Напор *H*, м (max-min)	Мощность *N* электродвигателя, кВт	Вход, мм	Выход, мм
ОНЦ1 0,5/10	0,1-2	11-3	0,37	25	25
ОНЦ1 1,5/15	0,1-2	18-5	0,55	20	20
ОНЦ1 1,5/20	1-3	25-18	0,75	32	32
ОНЦ1 3,5/20	2-6	26-17	1,1	32	32
ОНЦ1 6,3/20	4-10	26-16	1,5	32	32
ОНЦ1 6,3/30	4-12	35-20	2,2	50	32
ОНЦ1 6,3/50	4-10	55-47	5,5	50	32
ОНЦ1 10/10	8-11	12-9	0,75	32	32
ОНЦ1 12,5/20	8-16	24-15	1,5	32	32
ОНЦ1 12,5/20	8-16	24-15	2,2	32	32
ОНЦ1 12,5/30	8-18	35-22	3,0	50	50
ОНЦ1 12,5/50	8-16	55-45	5,5	50	50
ОНЦ1 20/20	10-26	24-15	3,0	50	50

Таблица 2

Технические параметры насосов серии ОНЦ [4]

Марка насоса	Подача *Q*, м3/час (min-max)	Напор *H*, м (max-min)	Мощность *N* электродвигателя, кВт	Вход, мм	Выход, мм
ОНЦ1 25/10	15-30	12-8	2,2	50	50
ОНЦ1 25/30	14-32	35-24	5,5	50	50
ОНЦ1 25/50	14-32	53-38	7,5	50	50
ОНЦ1 25/80	14-32	80-57	15	50	50
ОНЦ1 50/15	25-60	20-12	5,5	50	50
ОНЦ1 50/30	25-60	35-22	7,5	80	65
ОНЦ1 50/50	30-60	55-45	15	80	65
ОНЦ1 80/30	60-80	30-25	11	80	65
ОНЦ1 80/50	50-85	55-48	18,5	80	65
ОНЦ1 100/25	80-110	30-20	15	100	80
ОНЦ1 100/30	80-110	35-25	18,5	100	80
ОНЦ1 100/50	80-110	55-45	30	100	80



Рис. 1. Пищевой центробежный насос ОНЦ1 6,3/20: a – корпус открыт, b – корпус закрыт [4]

Известно, что напорная и энергетическая характеристики центробежных насосов находятся по следующим выражениям

$$H = a_0 + a_1 Q + a_2 Q_2 \, , \; N = b_0 + b_1 Q + b_2 Q_2, \qquad (1)$$

где a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2 коэффициенты, определяемые экспериментально для каждого насоса.

Результаты для ряда центробежных насосов показаны на рис. 2-4.

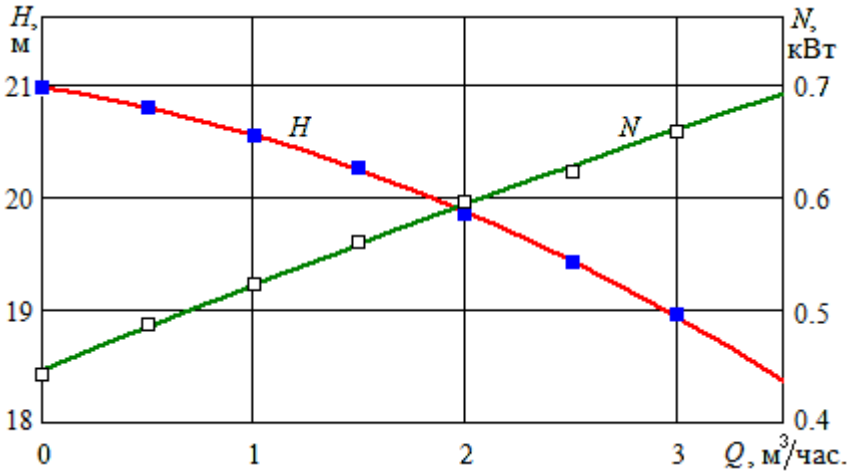


Рис. 2. Нагрузочная и энергетическая характеристика ОНЦ 1,5/20. Точки - данные [4], линии - формула (1)

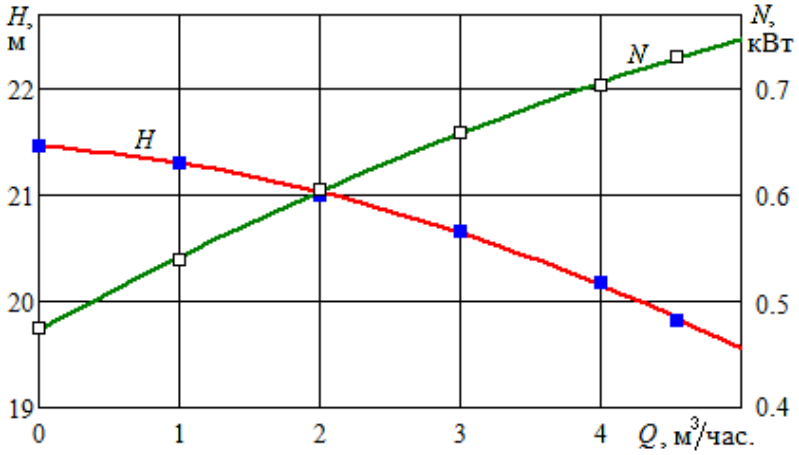


Рис. 3. Нагрузочная и энергетическая характеристика ОНЦ 3,5/20. Точки - данные [4], линии - формула (1)

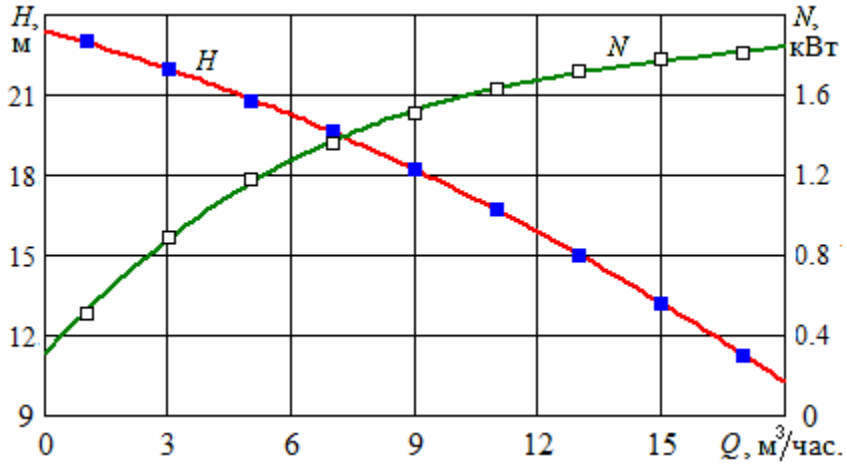


Рис. 4. Нагрузочная и энергетическая характеристика ОНЦ 6,3/20. Точки - данные [4], линии - формула (1)

Важнейшими показателями работы центробежных насосов является КПД η и удельные энергетические затраты *E* [10]:

$$\eta = 100 \cdot P \cdot Q / N, \quad (2)$$

$$E = N / Q. \quad (3)$$

На рис. 5-7 представлено сопоставление результатов расчета показателей энергетической эффективности с данными из технической документации.

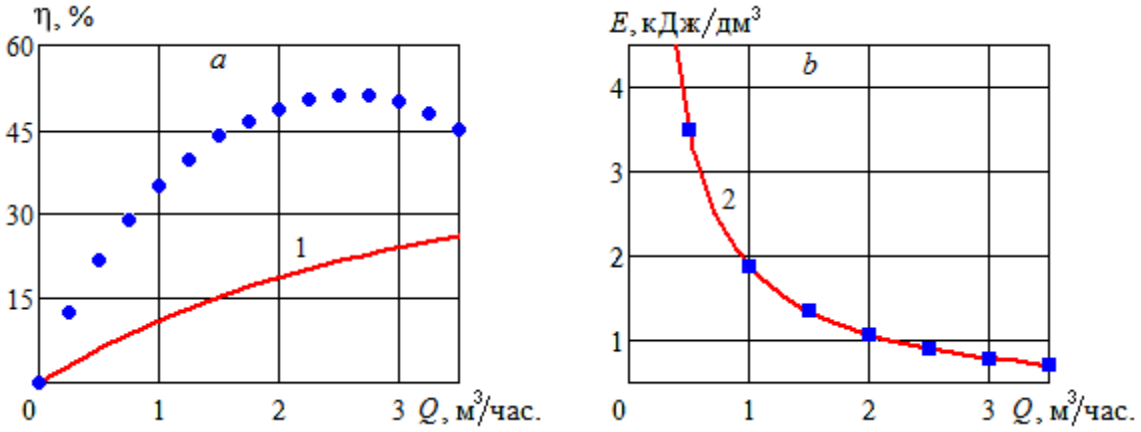


Рис. 5. Показатели энергетической эффективности ОНЦ 1,5/20: a – ГКПД, b – ПУЭЗ. Точки - данные [4], линии - формула: 1 – по (2), 2 – по (3)

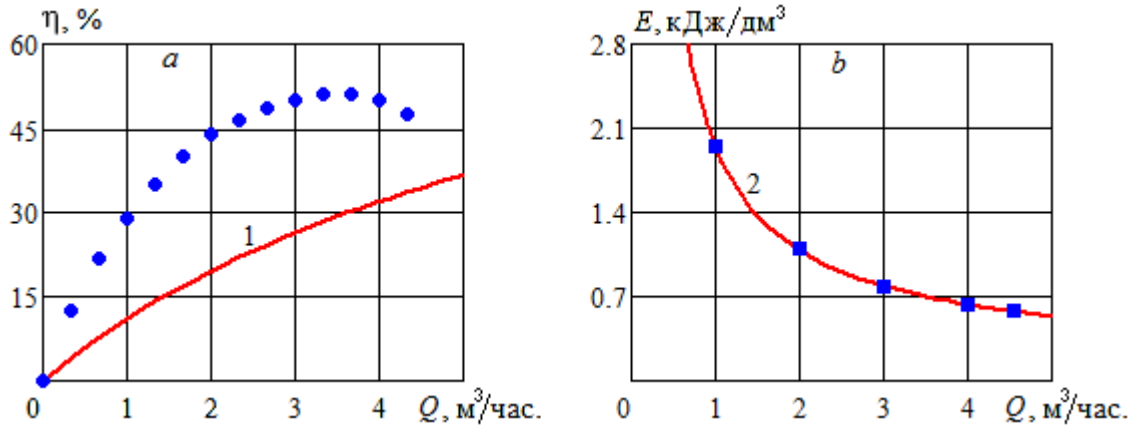


Рис. 6. Показатели энергетической эффективности ОНЦ 3,5/20. Точки - данные [4], линии - формула: 1 – по (2), 2 – по (3)

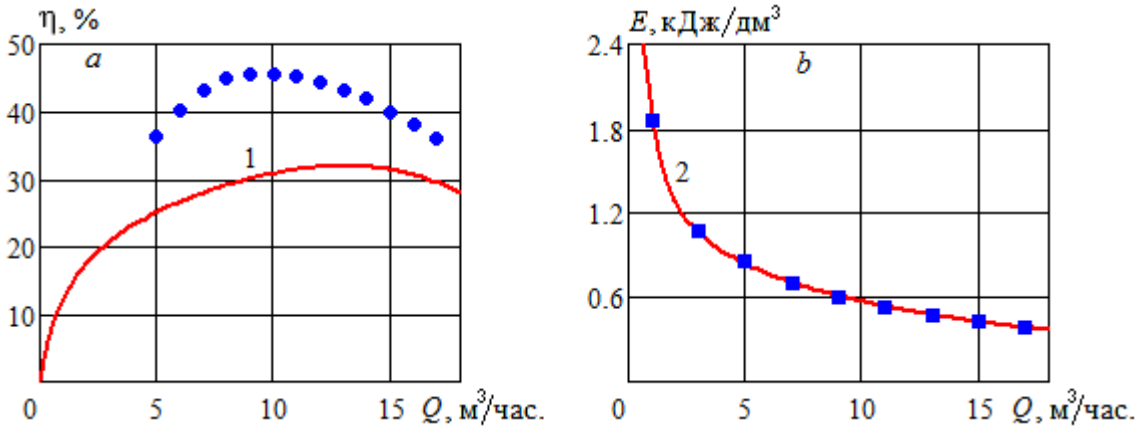


Рис. 7. Показатели энергетической эффективности ОНЦ 6,3/20: a – ГКПД, b – ПУЭЗ. Точки - данные [4], линии - формула: 1 – по (2), 2 – по (3)

Как в [10], для оценки энергетической эффективности ОНЦ в области снижения

КПД целесообразно пользоваться удельными энергетическими затратами.

ЛИТЕРАТУРА

1. АО «Ливнынасос». Пищевые насосы [Электронный ресурс]. URL: https://livnasos.pro/products/pishchevye-nasosy/ (дата обращения: 31.12.2025).
2. Завод-Диспергатор. Насосы ОНЦ [Электронный ресурс]. URL: https://zavod-dispergator.ru/nasosy-onc/ (дата обращения: 31.12.2025).
3. ООО «ИТЦ Пищмашсервис». Центробежные насосы серии ОНЦ1 [Электронный ресурс]. URL: https://www.pmserv.com/centrifugal-pumps-onts/ (дата обращения: 12.12.2025).
4. ООО «Насосы Ампика». Пищевые насосы [Электронный ресурс]. URL: https://www.ampika.ru/oborudovanie.html?razdel=29 (дата обращения: 31.12.2025)
5. ООО «НПО Ермак». Насосы ОНЦ [Электронный ресурс]. URL: https://xn--80azbdaqb6b.xn--p1ai/shop/nasos-onts-10050 (дата обращения: 31.12.2025)
6. ООО «Пищевые насосы». Центробежные насосы серии ОНЦ. URL: https://foodpumps.ru/centrobezhnye-nasosy-ONC (дата обращения: 31.12.2025).
7. Vliet T., Walstra P. Relationship between viscosity and fat content of milk and cream // Journal of Texture Studies. 2007. Vol. 11, pp. 65-68. DOI: 10.1111/j.1745-4603.1980.tb00308.x.
8. Flauzino R., Gut J., Tadini C., Telis-Romero J. Flow properties and tube friction factor of milk cream: Influence of temperature and fat content // Journal of Food Process Engineering. 2009. Vol. 33, pp. 820-836. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2008.00307.x.
9. Morison K.R., Phelan J.P., Bloore C.G. Viscosity and non-Newtonian behaviour of concentrated milk and cream // International Journal of Food Properties. 2013. Vol.16, No.4, pp. 882-894. DOI: 10.1080/10942912.2011.573113.
10. Великанов Н.Л., Наумов В.А. Энергетическая эффективность гидравлической системы с центробежным насосом. - Известия вузов. Машиностроение. 2024. № 10(775). С. 54-60.

REFERENCES

1. AO «Livninasos». Pishchevie nasosi. [Livnynasos JSC. Food pumps.] URL: https://livnasos.pro/products/pishchevye-nasosy/ (Date of request: 31.12.2025).
2. Zavod-Dispergator. Nasosi ONTs [The Dispersing plant. ONC pumps.] URL: https://zavod-dispergator.ru/nasosy-onc/ (Date of request: 31.12.2025).
3. OOO «ITTs Pishchmashservis». Tsentrobezhnie nasosi serii ONTs1 [LLC "ITC Pishchmashservice". Centrifugal pumps of the ONC1 series.] URL: https://www.pmserv.com/centrifugal-pumps-onts/ (Date of request: 12.12.2025).
4. OOO «Nasosi Ampika». Pishchevie nasosi. [Ampika Pumps LLC. Food pumps.] URL: https://www.ampika.ru/oborudovanie.html?razdel=29 (Date of request: 31.12.2025)
5. OOO «NPO Yermak». Nasosi ONTs [NPO Ermak LLC. ONC pumps] URL: https://xn--80azbdaqb6b.xn--p1ai/shop/nasos-onts-10050 (Date of request: 31.12.2025)
6. OOO «Pishchevie nasosi». Tsentrobezhnie nasosi serii ONTs. [LLC "Food pumps". ONC series Centrifugal pumps] URL: https://foodpumps.ru/centrobezhnye-nasosy-ONC (Date of request: 31.12.2025).
7. Vliet T., Walstra P. Relationship between viscosity and fat content of milk and cream // Journal of Texture Studies. 2007. Vol. 11, pp. 65-68. DOI: 10.1111/j.1745-4603.1980.tb00308.x.

8. Flauzino R., Gut J., Tadini C., Telis-Romero J. Flow properties and tube friction factor of milk cream: Influence of temperature and fat content // Journal of Food Process Engineering. 2009. Vol. 33, pp. 820-836. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2008.00307.x.

9. Morison K.R., Phelan J.P., Bloore C.G. Viscosity and non-Newtonian behaviour of concentrated milk and cream // International Journal of Food Properties. 2013. Vol.16, No.4, pp. 882-894. DOI: 10.1080/10942912.2011.573113.

10. Velikanov N.L., Naumov V.A. Energeticheskaya effektivnost gidravlicheskoi sistemi s tsentrobezhnim nasosom [Energy efficiency of hydraulic system with centrifugal pump]. - Journal of Mechanical Engineering. 2024. No. 10(775). pp. 54-60.

Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК-продукты здорового питания, № 1, 2026



УДК 664.7:66.047 DOI 10.24412/2311-6447-2026-1-279-285

Разработка инженерной методики расчета аппарата для сушки полидисперсных материалов во взвешенно-закрученном слое

Development of an engineering calculation method for a vortex dryer for polydisperse materials (on the example of stillage cake)

Директор А.В. Журавлев,
Ассоциация «ТППП АПК» (ORCID ID 0000-0001-9272-939X) alexjav2@mail.ru Журавлев Алексей Владимирович, доктор технических наук, Директор Ассоциации «ТППП АПК»

Director A.V. Zhuravlev,
Association "TPP APK" (ORCID ID 0000-0001-9272-939X) alexjav2@mail.ru Zhuravlev Alexey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Director of the Association "CCI APK"

*Аннотация***.** Разработана инженерная методика расчета аппарата для сушки полидисперсных материалов во взвешенно-закрученном слое на примере дробины послеспиртовой зерновой барды. Приведены результаты экспериментальных исследований гидродинамики взвешенно-закрученного слоя, определены диапазоны рациональных параметров: угол при вершине конуса камеры 24…27°, скорость тангенциального потока 7…13 м/с, температура теплоносителя 346…393 К. Представлена математическая модель тепломассопереноса в цилиндрической частице дробины, решенная численным методом. На основе модели получены критериальные уравнения, связывающие безразмерные комплексы (Lu, Pn, Ko, Bi и др.). Предложена последовательность инженерного расчета сушилки, включающая определение геометрических параметров камеры, расхода теплоносителя, коэффициентов тепло- и массоотдачи, времени сушки. Приведен пример расчета для производительности 100 кг/ч по готовому продукту. Разработанная методика позволяет прогнозировать кинетику сушки и энергозатраты на стадии проектирования, обеспечивая снижение удельных энергозатрат на 12…15 % по сравнению с традиционными шахтными сушилками.

Abstract. An engineering method for calculating an apparatus for drying polydisperse materials in a suspended-twisted layer has been developed using the example of post-alcohol grain mash. The results of experimental studies of the hydrodynamics of a suspended-twisted layer are presented, and the ranges of rational parameters have been determined: the angle at the apex of the cone chamber is 24…27°, the tangential flow velocity is 7…13 m/s, and the heat carrier temperature is 346…393 K. A mathematical model of heat and mass transfer in a cylindrical pellet particle, solved by a numerical method, is presented. Based on the model, criterion equations are obtained that relate dimensionless complexes (Lu, Pn, Ko, Bi, etc.). A sequence of engineering calculations for a dryer is proposed, including the determination of the geometric parameters of the chamber, the flow rate of the heat carrier, the coefficients of heat and mass transfer, and the drying time. An example of calculation for a capacity of 100 kg/h of the finished product is provided. The developed methodology allows for the prediction of drying kinetics and energy consumption.

Ключевые слова: дробина послеспиртовой барды, вихревая сушилка, полидисперсный материал, математическое моделирование, инженерная методика расчета.

Keywords: stillage cake, vortex dryer, polydisperse material, mathematical modeling, engineering calculation method.

Дробина послеспиртовой зерновой барды является крупнотоннажным побочным продуктом спиртового производства, содержащим до 90 % влаги. Ее переработка в кормовой продукт требует обязательной сушки до влажности 9…11 %. Традиционное оборудование (барабанные, шахтные сушилки) характеризуется высокой энергоемкостью (удельные затраты до 3,5 кВт·ч/кг испаренной влаги) и низким влагонапряжением объема камеры [1, 2]. Применение сушилок с закрученным потоком теплоносителя позволяет интенсифицировать тепломассообмен за счет увеличения относительной скорости фаз, многократных

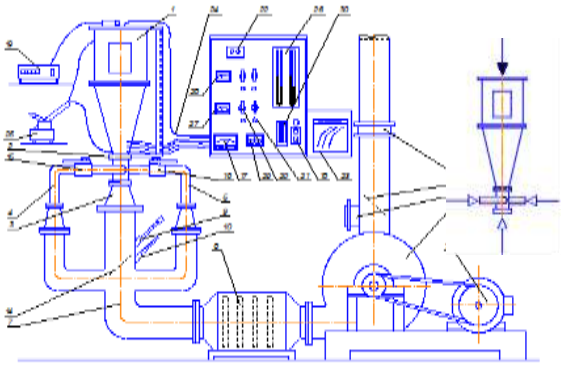
соударений частиц и равномерного распределения материала по сечению аппарата [3, 4]. Для широкого внедрения таких установок необходима инженерная методика расчета, учитывающая особенности полидисперсного состава и капиллярно-пористой структуры высушиваемого продукта.

Цель настоящей работы – разработать инженерную методику расчета аппарата для сушки полидисперсных материалов во взвешенно-закрученном слое для дробины послеспиртовой барды, основанную на результатах экспериментальных исследований гидродинамики и кинетики сушки, а также на математической модели тепломассопереноса в цилиндрической частице. В качестве объекта исследования использовалась дробина послеспиртовой зерновой барды (влажность 40…90 %, содержание сухих веществ 10…60 %). Гранулометрический состав: 70…80 % частиц игольчатой (цилиндрической) формы с эквивалентным диаметром 0,5…2,0 мм. Теплофизические характеристики определены методом нестационарного теплового режима [5]: теплопроводность λ = 0,21…0,32 Вт/(м·К), температуропроводность a = 7,1…8,3·10^{-8} м^2/с, удельная теплоемкость c = 2,4…3,0 кДж/(кг·К) в интервале температур 293…363 К и влажности 11…90 %. Экспериментальная установка (рис. 1) включала цилиндроконическую камеру со сменными коническими вставками (угол при вершине конуса 15…35°), систему подачи осевого и тангенциального потоков теплоносителя, контрольно-измерительную аппаратуру (терморегуляторы ОВЕН ТРМ10, анемометр SKYWATCH ATMOS). Варьируемые параметры: температура теплоносителя 333…393 К, скорость тангенциального потока 4…14 м/с, удельная нагрузка на объем конуса 6…25 кг/м^3.

Гидродинамические исследования проводились визуально и с помощью U-образного дифманометра. Кинетика сушки определялась по изменению влажности навесок, отбираемых через 1…2 минуты.



Конические части сушильной камеры с углом при вершине конуса 15°, 20°, 25°, 30°, 35°



1 – сушильная камера; 2 – газораспределительная решетка; 3 – патрубок осевого ввода теплоносителя; 4, 5 – патрубки тангенциального ввода теплоносителя; 6 – центробежный вентилятор; 7 – линия подготовки сушильного агента; 8 – калорифер секционный; 9 – термометр электроконтактный ртутный; 10 – термометр ртутный; 11 – привод; 12, 13, 14 – заслонка шиберная; 15, 16 – заслонка шаровая; 17 – термоанемометр; 18 – пускатель электромагнитный; 19 – гигрометр; 20 – переключатель пакетный; 21 – лампы сигнальные; 22 – реле универсальное; 23 – потенциометр; 24 – термопары ТХК; 25 – микроманометр; 26 – U-образный микроманометр; 27 – амперметр; 28 – вольтметр; 29 – ваттметр; 30 – психрометр; 31 – камерная диафрагма

Рис. 1. Экспериментальная установка

Гидродинамические режимы. Установлено, что при подаче только осевого потока теплоносителя (V_{oc}) в слое дробины образуется сквозной канал, равномерного

псевдоожижения не достигается из-за высокой полидисперсности и склонности материала к агломерации. При подаче только тангенциального потока (V_t) в камере возникают застойные зоны. Наиболее устойчивое вращение слоя с равномерным распределением частиц достигается при комбинированной подаче: $V_{ос}$ = 12…14 м/с, Vt = 7…12 м/с, угол при вершине конуса 24…27° [1, 6]. В этих условиях перепад давления на слое стабилизируется, а унос частиц не превышает 2 %.

По результатам предварительных экспериментов получена эмпирическая зависимость для определения осевой скорости, соответствующей началу псевдоожижения (рис. 2):

$$V_{oc} = 14{,}891 - 0{,}605\alpha + 1{,}701G_{\text{уд}} + 0{,}013\alpha^2 - 0{,}047\alpha G_{\text{уд}},$$

где a – угол при вершине конуса, град; $G_{\text{уд}}$ – удельная нагрузка на объем конической части, кг/м³.

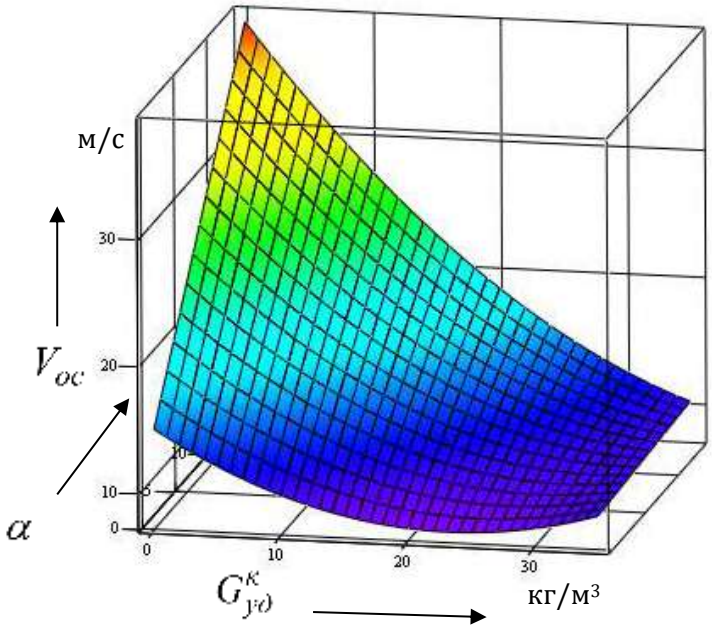


Рис. 2. Зависимость изменения осевой скорости теплоносителя Voc от удельной нагрузки на объем конической части сушильной камеры и угла при вершине конуса конической части сушильной камеры

Кинетика сушки и математическая модель тепломассопереноса. Кинетические кривые [1, 6] имеют три характерных участка: период прогрева (до 1…2 мин), период постоянной скорости (длительность 6…10 мин) и период падающей скорости. Критическое влагосодержание составляет 0,45…0,55 кг/кг. Повышение температуры с 333 до 393 К сокращает время сушки на 30…40 %, увеличение V_t с 4 до 12 м/с – на 10…15 %.

Для математического описания тепломассопереноса в частице дробины принята модель цилиндрического тела (диаметр много меньше высоты). Система дифференциальных уравнений Лыкова в безразмерном виде:

$$\frac{\partial U}{\partial F_o} = Lu\left(\frac{\partial^2 U}{\partial R^2} + \frac{1}{R}\frac{\partial U}{\partial R}\right) + Lu \cdot Pn\left(\frac{\partial^2 T}{\partial R^2} + \frac{1}{R}\frac{\partial T}{\partial R}\right),$$

$$\frac{\partial T}{\partial F_o} = \frac{Fe \cdot Lu}{Pn}\left(\frac{\partial^2 U}{\partial R^2} + \frac{1}{R}\frac{\partial U}{\partial R}\right) + (1 + Fe \cdot Lu)\left(\frac{\partial^2 T}{\partial R^2} + \frac{1}{R}\frac{\partial T}{\partial R}\right),$$

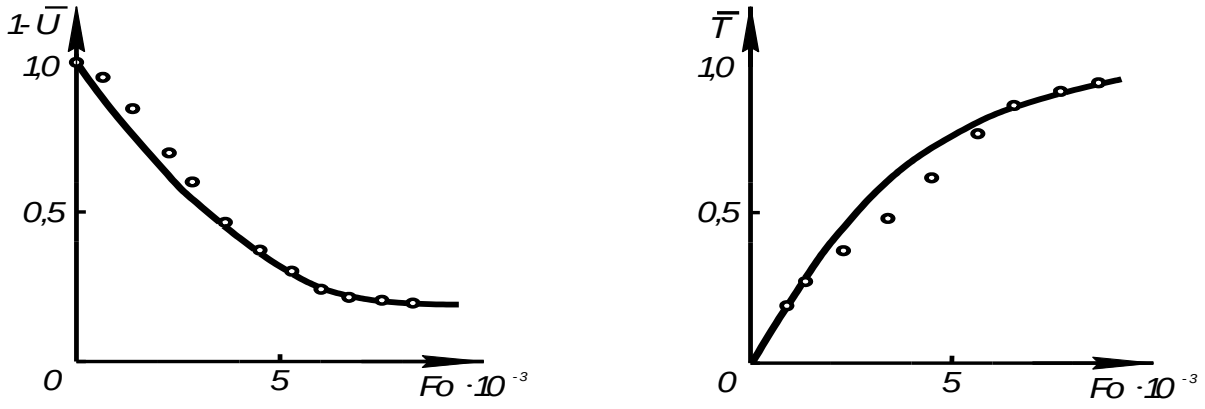


Рис. 3. Кинетика процесса сушки дробины послеспиртовой зерновой барды в аппарате с закрученным потоком теплоносителя:
а) Сравнение расчетной (—) и экспериментальной (о) кривой процесса сушки;
б) Сравнение расчетной (—) и экспериментальной (о) термограммы процесса сушки.

где $U = \frac{u-u_0}{u_c-u_0}$, $T = \frac{t-t_0}{t_c-t_0}$, $R = r/r_0$, $F_o = a_q\tau/r_0^2$, $Lu = a_m/a_q$, $Pn = \delta(t_c - t_0)/(u_c - u_0)$, $Fe = \delta r^*\varepsilon/c$.

Граничные условия III рода учитывают конвективный тепло- и массообмен на поверхности. Решение выполнено конечно-разностным методом с явной схемой.

В результате численного эксперимента определены значения критериев для дробины при T = 363 К: Lu = 0,64; Pn = –2,5; Ko = 7,44; Fe = 1,14; Bi_q = 0,0037; Bi_m = 0,0037. Сравнение расчетных и экспериментальных кинетических кривых показало отклонение не более 13,8 % (рис. 3), что подтверждает адекватность модели.

Инженерная методика расчета вихревой сушилки. На основе выполненных исследований предложена следующая последовательность расчета:

1. Определение параметров теплоносителя. Задаются начальная и конечная влажность материала ($W_н$, $W_к$), производительность по готовому продукту ($G_г$, кг/ч). Количество испаряемой влаги:

$$W = G_г \frac{W_н - W_к}{100 - W_к}, \text{кг/ч.}$$

Расход теплоносителя (воздуха) находят из теплового баланса:

$$G_{воз} = \frac{W \cdot r}{c_{воз}(t_{вх} - t_{вых})}, \text{кг/ч,}$$

где r – удельная теплота парообразования, Дж/кг; $c_{воз}$ – теплоемкость воздуха, Дж/(кг·К); $t_{вх}$, $t_{вых}$ – температуры теплоносителя на входе и выходе (принимается $t_{вых}$ = 333…343 К).

2. Выбор геометрии камеры. Диаметр цилиндрической части Dц принимается из конструктивных соображений (0,2…0,5 м). Высота конической части Нк определяется по углу при вершине конуса (оптимальный α = 24…27°):

$$H_к = \frac{D_ц - D_н}{2 \cdot tg(\alpha/2)},$$

где $D_н$ – диаметр нижнего основания (принимается равным диаметру патрубка

подачи осевого потока, $D_н$ = 0,05…0,08 м). Объем конической части:

$$V_к = \frac{\pi H_к}{3}\left(R_ц^2 + R_ц R_н + R_н^2\right).$$

3. Расчет скорости осевого потока. По эмпирической формуле (1) при заданной нагрузке $G_{уд} = G_{матер} / V_к$, где $G_{матер}$ – масса материала в камере, кг, определяют $V_{ос}$. При отсутствии данных можно принять $V_{ос}$ = 12…14 м/с.

4. Определение скорости тангенциального потока. Рекомендуется V_t = 0,6…0,8 $V_{ос}$. По выбранным скоростям рассчитывают расходы:

$$Q_{oc} = V_{oc} \cdot f_{oc}, Q_t = V_t \cdot f_t,$$

где $f_{ос}$, f_t – площади сечения осевого и тангенциального патрубков.

5. Коэффициенты тепло- и массоотдачи. По критериальным уравнениям:

$$Nu = 0{,}4\left(\frac{Re}{\varepsilon}\right)^{0{,}67} Pr^{0{,}33}, \text{при } Re/\varepsilon > 200,$$

$$Sh = 0{,}4\left(\frac{Re}{\varepsilon}\right)^{0{,}67} Sc^{0{,}33},$$

где Re = $(W_{отн} \cdot d_э)/v$, $W_{отн}$ – средняя относительная скорость (принимается $W_{отн}$ = $V_{ос}$ + 0,5V_t), ε – порозность слоя (для взвешенно-закрученного слоя ε = 0,6…0,8).

Коэффициент теплоотдачи:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_{воз}}{d_э}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

6. Время сушки. На основе решения математической модели (или по экспериментальным кинетическим кривым) определяют время τ, необходимое для снижения влажности от $W_н$ до $W_к$. Для приближенных расчетов можно использовать формулу:

$$\tau = \frac{\rho_m \cdot d_э}{6\beta \cdot \Delta u} \ln \frac{u_0 - u_p}{u_k - u_p},$$

где β = α/($c_{воз}$·$\rho_{воз}$) – коэффициент массоотдачи, кг/(м²·с); Δu – движущая сила процесса (разность влагосодержаний материала и равновесного).

7. Основные размеры аппарата. Необходимый рабочий объем камеры:

$$V_{раб} = \frac{G_{матер} \cdot \tau}{\rho_{нас} \cdot (1 - \varepsilon)},$$

где $\rho_{нас}$ – насыпная плотность материала, кг/м³. Высоту камеры находят из соотношения $H = V_{раб} / (\pi D_ц^2/4)$. При необходимости корректируют геометрические параметры и повторяют расчет.

Исходные данные: производительность по готовому продукту $G_г$ = 100 кг/ч (влажность $W_к$ = 10 %), начальная влажность $W_н$ = 70 %, температура теплоносителя на входе $t_{вх}$ = 363 К, выходе $t_{вых}$ = 333 К.

1. Количество испаряемой влаги:

$$W = 100 \cdot \frac{70 - 10}{100 - 10} = 66{,}7 \text{ кг/ч}.$$

2. Расход воздуха (r = 2,3·10⁶ Дж/кг, $c_{воз}$ = 1005 Дж/(кг·К)):

$$G_{воз} = \frac{66{,}7 \cdot 2{,}3 \cdot 10^6}{1005 \cdot (363 - 333)} = 5090 \text{ кг/ч}.$$

При $\rho_{воз}$ = 1,06 кг/м³ объемный расход V = 5090 / 1,06 = 4800 м³/ч.

3. Принимаем $D_ц$ = 0,3 м, a = 25°, $D_н$ = 0,06 м. Высота конической части:

$$H_к = \frac{0{,}3 - 0{,}06}{2 \cdot tg(12{,}5°)} = 0{,}54 \text{ м}.$$

Объем конуса: $R_ц$=0,15 м, $R_н$=0,03 м, $V_к$ = 0,0072 м³.

4. Удельная нагрузка на объем конуса (при загрузке 25 кг) $G_{уд}$ = 25 / 0,0072 ≈ 3470 кг/м³ (завышена, корректируем загрузку). Принимаем загрузку 2,5 кг, тогда $G_{уд}$ = 347 кг/м³, $V_{ос}$ = 13,2 м/с.

5. $V_t = 0{,}7 \cdot V_{ос}$ = 9,2 м/с. Площади сечений: $f_{ос}$ = π·0,03² = 0,00283 м², f_t = π·0,015² = 0,000707 м² (диаметр тангенциального патрубка 30 мм). Расходы: $Q_{ос}$ = 13,2·0,00283·3600 = 135 м³/ч, Q_t = 9,2·0,000707·3600 = 23,4 м³/ч. Суммарный расход 158,4 м³/ч, что меньше предварительного – необходимо увеличение сечений или использование двух тангенциальных патрубков.

6. Коэффициент теплоотдачи: $d_э$ = 1,2·10⁻³ м, υ = 2,1·10⁻⁵ м²/с, $W_{отн} = V_{ос} + 0{,}5V_t$ = 13,2 + 4,6 = 17,8 м/с. Re = 17,8·0,0012/2,1·10⁻⁵ = 1017. Pr = 0,7, ε = 0,7, Re/ε = 1453. $Nu = 0{,}4 \cdot 1453^{0{,}67} \cdot 0{,}7^{0{,}33}$ = 37,4. a = 37,4·0,029/0,0012 = 904 Вт/(м²·К).

7. Время сушки по экспериментальным данным для дробины при T=363 К, V_t=10 м/с составляет 20 мин. С учетом корректировки скорости – 18 мин. Рабочий объем $V_{раб}$ = (2,5·0,25)/(700·0,3) ≈ 0,003 м³ (где 0,25 – время в часах, 700 – насыпная плотность, 0,3 – порозность). Полученный объем меньше геометрического, значит выбранные параметры обеспечивают требуемую производительность.

Разработана инженерная методика расчета вихревой сушилки для полидисперсных материалов на примере дробины послеспиртовой барды. Методика базируется на экспериментально установленных гидродинамических и кинетических закономерностях, а также на математической модели тепломассопереноса в цилиндрической частице. Основные результаты:

– определены рациональные параметры работы вихревой сушилки: угол при вершине конуса 24…27°, скорость осевого потока 12…14 м/с, тангенциального 7…12 м/с, температура теплоносителя 346…393 К;

– получены критериальные уравнения, позволяющие рассчитывать коэффициенты тепло- и массоотдачи;

– приведен пример расчета, подтверждающий работоспособность методики.

Применение разработанной методики позволяет на стадии проектирования оценить геометрические размеры сушильной камеры, расходы теплоносителя, время сушки и энергозатраты. Практическая реализация вихревых сушилок, спроектированных по предложенной методике, обеспечивает снижение удельных энергозатрат на 12…15 % по сравнению с традиционными шахтными сушилками [6, 7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов С.Т., Журавлев А.В. Тепло- и массообмен при сушке послеспиртовой зерновой барды в аппарате с закрученным потоком теплоносителя. – Воронеж: ВГТА, 2006. – 252 с.

2. Антипов С.Т., Журавлев А.В., Прибытков А.В. Влияние полидисперсности материала на гидродинамику сушильного аппарата с закрученным потоком теплоносителя // Вестник ВГТУ. – 2005. – Т. 1, № 6. – С. 8–12.

3. Антипов С.Т., Казарцев Д.А., Журавлев А.В., Бородкина А.В., Нестеров Д.А. Комбинированные аппараты с закрученным потоком теплоносителя для сушки дисперсных материалов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2014. – № 2. – С. 52–59.

4. Журавлев А.В., Бородкина А.В., Баранов А.Ю. Разработка высокоинтенсивной сушилки с регулируемым закрученным потоком теплоносителя // Вестник ВГУИТ. – 2013. – № 4. – С. 47–49.

5. Волькенштейн В.С. Скоростной метод определения теплофизических характеристик материалов. – Л.: Энергия, 1971. – 145 с.

6. Антипов С.Т., Журавлев А.В., Черноусов И.М. Статистический анализ процесса сушки послеспиртовой зерновой барды в аппарате со взвешенно-закрученным слоем // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 8. – С. 33–36.

7. Журавлев А.В., Бляхман Д.А., Кирносов А.В., Сухарев И.Н. Системное проектирование ресурсосберегающей машинной технологии переработки семян льна // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2022. – № 1. – С. 112–120.

REFERENCES

1. Antipov S.T., Zhuravlev A.V. Teplo- i massoobmen pri sushke poslespirtovoy zernovoy bardy v apparate s zakruchennym potokom teplonositelya [Heat and mass transfer during drying of stillage cake in an apparatus with swirling coolant flow]. Voronezh: VGTA, 2006, 252 p. (Russian)

2. Antipov S.T., Zhuravlev A.V., Pribytkov A.V. Vliyanie polidispersnosti materiala na gidrodinamiku sushil'nogo apparata s zakruchennym potokom teplonositelya [Influence of material polydispersity on the hydrodynamics of a drying apparatus with swirling coolant flow] // Vestnik VGTU, 2005, vol. 1, no. 6, pp. 8–12. (Russian)

3. Antipov S.T., Kazartsev D.A., Zhuravlev A.V., Borodkina A.V., Nesterov D.A. Kombinirovannye apparaty s zakruchennym potokom teplonositelya dlya sushki dispersnykh materialov [Combined apparatus with swirling coolant flow for drying dispersed materials] // Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya, 2014, no. 2, pp. 52–59. (Russian)

4. Zhuravlev A.V., Borodkina A.V., Baranov A.Yu. Razrabotka vysokointensivnoy sushilki s reguliruemym zakruchennym potokom teplonositelya [Development of a high-intensity dryer with adjustable swirling coolant flow] // Vestnik VGUIT, 2013, no. 4, pp. 47–49. (Russian)

5. Vol'kenshteyn V.S. Skorostnoy metod opredeleniya teplofizicheskikh kharakteristik materialov [High-speed method for determining thermophysical characteristics of materials]. Leningrad: Energiya, 1971, 145 p. (Russian)

6. Antipov S.T., Zhuravlev A.V., Chernousov I.M. Statisticheskiy analiz protsessa sushki poslespirtovoy zernovoy bardy v apparate so vzveshenno-zakruchennym sloem [Statistical analysis of stillage cake drying in an apparatus with suspended swirling bed] // Khranenie i pererabotka sel'khozsyr'ya, 2008, no. 8, pp. 33–36. (Russian)

7. Zhuravlev A.V., Blyakhman D.A., Kirnosov A.V., Sukharev I.N. Sistemnoe proektirovanie resursosberegayushchey mashinnoy tekhnologii pererabotki semyan l'na [System design of resource-saving machine technology for flaxseed processing] // Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya, 2022, no. 1, pp. 112–120. (Russian)

Требования к оформлению материалов для журнала «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания»

1. Материалы представляются в двух видах: на электронном носителе и распеча танные на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (1 экз.) на лазерном принте ре. Они должны быть набраны в редакторе MS Word версия не ниже 12 (Office не выше 2020) и напечатаны через одинарный интервал по ширине страницы:

основной текст - Bookman Old Style 11 с полями: левое 21 мм, правое 21 мм, верхнее и нижнее 25 мм;
колонтитулы от края - верхний и нижний 1,6 см;
заголовки по центру - Bookman Old Style 11, жирный;
красная строка -1 см; перенос слов - автоматический.
С левой стороны с абзаца в начале статьи набираются:
УДК - Bookman Old Style 11;
По центру дается название статьи - Bookman Old Style 14, жирный, строчной (без переноса) (на русском и английском языках).

2. Должность И. О. Фамилия авторов - Bookman Old Style 11 (на русском и английском языках);
место работы, кафедра и контактный телефон (можно рабочий), Email авторов - Bookman Old Style 10.
аннотация - Bookman Old Style 9 (**объем 200-250 слов** на русском и английском языках);
ключевые слова – Bookman Old Style 9, до 10 слов (на русском и английском язы ках);
Объем для статьи – 4-8 с. Структурно статья должна иметь четко выраженное *введение*, в котором ставится задача (описывается решаемая проблема), *основную часть*, где излагаются используемые авторами пути решения поставленной задачи, приводятся и обсуждаются результаты, и *заключение*, в сжатой форме подводящее итог работы. Повторение одних и тех же данных в статье, таблице и графике не до пускается. Размерность всех характеристик приводится в системе СИ.

3. К каждой статье под заглавием дается реферат на русском и английском языках через 1 строку друг от друга. Название статьи, фамилия, имя, отчество приводятся полно стью на русском и английском языке.

4. Название статьи или краткого сообщения должно быть лаконичным и точно отра жать содержание.

5. Иллюстрации в формате jpeg или gif:
• должны быть расположены после ссылки на них в тексте;
•должны выполняться на компьютере с обозначением всех необходимых букв и сим волов в соответствии с ЕСКД и Р 50-77-80. Все буквенные и цифровые обозначения, приведенные на рисунках, поясняются в основном или подрисуночном тексте. Подри суночные подписи даются Bookman Old Style Cyr 10, на формат рисунка.
Графические объекты (диаграммы, графики) должны быть активными (т.е. подлежать редактированию стандартными средствами, например, MS Excel).

6. Формулы и буквенные обозначения:
•буквы латинского алфавита, используемые в индексах, набирают курсивом;
•буквы русского и греческого алфавита - прямым шрифтом; знак вектора - полу жирным;
•нумерация формул в тексте сквозная. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.
Формат формул (стандартный редактор):

• стиль – «математический»;

- размер символа

Sizes (Размеры)	
Full (Обычный)	11 – 10
Subscript/Superscript (Крупный индекс)	7
Sub subscript/Superscript (Мелкий индекс)	5
Symbol (Крупный символ)	12
Subsymbol (Мелкий символ)	9

7. Таблицы (слово печатается *курсивом*) по правому краю, должны быть с заголовками и обязательно располагаться после ссылки на них в тексте. Графы в таблицах должны иметь краткие заголовки. Упоминаемые в заголовках величины сопровождаются соответствующими единицами измерений.

8. Литература (слово печатается: Bookman Old Style 11, жирный, прописной) **на русском и на английском языке** включает источники, использованные автором при написании статьи, и должна содержать не более 10 наименований. Ссылки в тексте даются в квадратных скобках: [1], помещаются в конце статьи и оформляются согласно ГОСТ 7.1-2003. В список не включается литература 10-летней давности.

Журнал принимает в печать научно-теоретические, -практические, производственные оригинальные статьи по тематикам рубрик:

1. Сельскохозяйственная продукция.
2. Аквакультура.
3. Производство пищевых продуктов.
4. Машиностроение.

Журнал «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания» выходит 4 раза в год.

Статья должна быть тщательно проверена и подписана всеми авторами.

На отдельном листе авторы указывают ФИО полностью, адрес, ученую степень, должность, место работы, контактный телефон, E-mail, а также отмечают с кем вести переписку.

К статье должны прилагаться сопроводительные документы:

- сопроводительное письмо;
- выписка из протокола заседания кафедры с рекомендацией статьи к печати;
- экспертное заключение;
- положительная рецензия ведущего ученого в данной области или члена редакционной коллегии серии, заверенная подписью и печатью.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным. В случае возвращения статьи для исправления датой представления считается день получения исправленного текста. Срок доработки - не более 1 месяца.

Материалы, не соответствующие данным требованиям оформления, к публикации не принимаются. Рукописи авторам не возвращаются.

С аспирантов плата не взимается.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА
«ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ АПК-
ПРОДУКТЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ»

г. Воронеж, ул. Арсенальная, д. 3, оф. 226
тел. 8(961)187-65-88
platforma-apk@mail.ru
платформа-апк.рф

Arsenalnaya St., 3 of. 226, 394036, Voronezh, Russia
8(961)187-65-88
red.platforma@mail.ru
platforma-apk.com

TECHNOLOGY PLATFORM
«TECHNOLOGIES OF FOOD AND PROCESSING INDUSTRIES
OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX – HEALTHY FOOD»

