

ISSN 2072-0920 (Print)  
ISSN 2713-0029 (Online)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МАЙКОПСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ /  
NEW TECHNOLOGIES**

**Том 21, №2, 2025**

MAYKOP STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

**NEW TECHNOLOGIES /  
NOVYE TEHNOLOGII**

**Vol. 21, No.2, 2025**

<b>История издания журнала:</b>	Журнал издается с 2005 года
<b>Наименование:</b>	Новые технологии/New Technologies Том 21 № 2 2025
<b>Периодичность:</b>	4 выпуска в год
<b>Префикс DOI:</b>	10.47370
<b>ISSN: eISSN:</b>	ISSN 2072-0920 (Print) ISSN 2713-0029 (Online)
<b>Свидетельство о регистрации средства массовой информации:</b>	Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ №ФС77-79835 от 31 декабря 2020
<b>Условия распространения материалов:</b>	Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License
<b>Подписка на журнал «Новые технологии / New Technologies»:</b>	Подписку на журнал «Новые технологии / New Technologies» можно оформить на сайте Объединённого каталога «Пресса России» <a href="http://www.pressa-rg.ru">www.pressa-rg.ru</a> по индексу Э65035, в электронном каталоге Почты России по индексу ПК400, а также по индексу 65035 в электронном каталоге УРАЛ-ПРЕСС <a href="https://www.ural-press.ru/">https://www.ural-press.ru/</a>
<b>Учредитель / издатель:</b>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191
<b>Редакция:</b>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191 тел.: 8(8772)52 30 03 e-mail: <a href="mailto:nov_teh@mkgtu.ru">nov_teh@mkgtu.ru</a> <a href="https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index">https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index</a>
<b>Типография:</b>	Индивидуальный предприниматель Кучеренко Вячеслав Олегович 385008, г. Майкоп, ул. Пионерская, дом 403, офис 33 e-mail: <a href="mailto:slv01@yandex.ru">slv01@yandex.ru</a>
<b>Дата выхода:</b>	30.06.2025
<b>Тираж:</b>	500 экз.
<b>Стоимость одного выпуска:</b>	Цена свободная

<b>Journal publishing history:</b>	The journal has been published since 2005
<b>Title:</b>	New technologies / Novye tehnologii Volume 21 No.2, 2025
<b>Frequency:</b>	4 issues a year
<b>DOI prefix:</b>	10.47370
<b>ISSN: eISSN:</b>	2072-0920 (Print) 2713-0029 (Online)
<b>Mass media registration certificate:</b>	Registered with the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor). Certificate PI No. FS77-79835 dated December 31, 2020
<b>Content distribution terms:</b>	Content is distributed under Creative Commons Attribution 4.0 License
<b>Subscription to New technologies / Novye tehnologii journal:</b>	Subscription to the «New Technologies» journal E65035 on the website of the «Press of Russia» United Catalog <a href="http://www.pressa-rf.ru">www.pressa-rf.ru</a> and, in the electronic catalog of the Russian Post under the PK400 index and in the electronic catalog of the Ural Press under the 65035 index.
<b>Founder/Publisher:</b>	Maykop State Technological University 385000, Maikop, 191, Pervomayskaya str.
<b>Editorial office:</b>	Maykop State Technological University 385000, Maikop, 191, Pervomayskaya str. tel.: 8(8772)52 30 03 e-mail: <a href="mailto:nov_teh@mkgtu.ru">nov_teh@mkgtu.ru</a> <a href="https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index">https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index</a>
<b>Printing house:</b>	Kucherenko Vyacheslav Olegovich sole proprietorship 385008, Maikop, 403 Pionerskaya str., office 33 e-mail: <a href="mailto:slv01@yandex.ru">slv01@yandex.ru</a>
<b>Publication date:</b>	30.06.2025
<b>Circulation:</b>	500 copies
<b>The cost of one issue:</b>	Free price

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Научный журнал «Новые технологии / New technologies» ориентирован на освещение актуальных вопросов в области пищевой промышленности и сельского хозяйства. Журнал публикует результаты оригинальных исследований в сфере разработки современных технологий производства продовольственных продуктов, получения пищевых добавок и функциональных ингредиентов, а также перспективные исследования в области земледелия и растениеводства, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений, садоводства и овощеводства и их применения в агропромышленном комплексе.

Научная концепция издания предполагает публикацию материалов в следующих областях знаний: агрономии, технологии продовольственных продуктов.

### Редакционная коллегия:

#### Главный редактор:

*Асхад Хазретович Шеуджен*, академик РАН, доктор биологических наук, профессор (ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет», Краснодар, Российская Федерация)

#### Заместитель главного редактора:

*Татьяна Анатольевна Овсянникова*, доктор философских наук, профессор, проректор по научной работе и инновационному развитию ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, Российская Федерация

#### Научный редактор:

*Юрий Иванович Сухоруких*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник кафедры экологии и защиты окружающей среды ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, Российская Федерация

*Лесик Янкович Айба*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Академии наук Абхазии, Сухум, Абхазия)

*Ирина Анатольевна Бандурко*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, Российская Федерация)

*Солтан Сосланбекович Басиев*, доктор сельскохозяйственных наук (ФГБОУ ВО Горский ГАУ, Владикавказ, Российская Федерация)

*Елена Павловна Викторова*, доктор технических наук, профессор (ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», Краснодар, Российская Федерация)

*Римма Шамсудиновна Заремук*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Российская Федерация)

*Сергей Викторович Зеленцов*, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук (ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», Краснодар, Российская Федерация)

**Закир Аббас оглы Ибрагимов**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Азербайджанский государственный аграрный университет, Гянджа, Азербайджанская Республика)

**Дмитрий Анатольевич Иванов**, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (ВНИИМЗ – филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Тверская область, Российская Федерация)

**Надежда Викторовна Коцарева**, доктор сельскохозяйственных наук (ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», Белгородская область, Российская Федерация)

**Константин Николаевич Кулик**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград, Российская Федерация)

**Вячеслав Михайлович Лукомец**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», Краснодар, Российская Федерация)

**Людмила Степановна Малюкова**, доктор биологических наук (ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур», Сочи, Российская Федерация)

**Маркарт Герхард Отто**, доктор естественных наук, профессор (Австрийский научно-исследовательский центр лесных культур, Вена, Австрия)

**Магомед Джамалудинович Омаров**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур», Сочи, Российская Федерация)

**Раух Ханс Петер**, доктор естественных наук, профессор (Венский университет природных ресурсов и прикладных наук, Вена, Австрия)

**Алексей Владимирович Рындин**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук (ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур», Сочи, Российская Федерация)

**Саверио Маннино**, доктор химических наук, профессор, научный консультант в области нанобиотехнологий пищевой промышленности (Миланский университет и Университет Бальзано, Милан, Италия)

**Аслан Владимирович Сатибалов**, доктор сельскохозяйственных наук (ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», Нальчик, Российская Федерация)

**Хазрет Русланович Сиухов**, доктор технических наук, профессор (ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, Российская Федерация)

**Анзаур Адамович Схалыхов**, доктор технических наук, профессор (ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, Российская Федерация)

**Майя Юрьевна Тамова**, доктор технических наук, профессор (ФГБОУ ВО «КубГТУ», Краснодар, Российская Федерация)

**Виктор Иванович Турусов**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук (ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева», Воронежская область, Россия);

**Зурет Нурбиевна Хатко**, доктор технических наук, доцент (ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, Российская Федерация)

**Хеннинг Гюнтер**, доктор естественных наук, профессор (Университет прикладных наук, Дрезден, Германия)

**Сергей Семенович Чумаков**, доктор сельскохозяйственных наук (ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Российская Федерация)

**Штангль Роземари**, доктор естественных наук, профессор (Венский университет природных ресурсов и прикладных наук, Вена, Австрия)

**Виктор Петрович Якушев**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», Санкт-Петербург, Российская Федерация)

### *Aims and Scope*

---

The scientific journal “Novye Tehnologii /New Technologies” aims to cover current issues in the Food industry and Agriculture. The Journal publishes the results of original research in the field of developing modern technologies for the production of food products, obtaining food additives and functional ingredients, as well as promising research in the field of Agriculture and Plant growing, Selection and Seed production of agricultural plants, Horticulture and Vegetable growing and their application in the Agro-industrial complex.

The scientific concept of the journal involves the publication of materials in the following fields of science: Agronomy, Food technology.

### *Editorial board:*

---

#### **Chief Editor:**

**Askhad Kh. Sheudzhen**, Dr. Sci. (Biol.), Prof. (Kuban State Agrarian University, Krasnodar, the Russian Federation)

#### **Deputy Chief Editor:**

**Tatyana A. Ovsyannikova**, Dr. Sci. (Philosophy), Prof., Vice Rector for research and innovative development of MSTU (Maikop, the Russian Federation)

#### **Scientific Editor:**

**Yury I. Sukhorukikh**, Dr. Sci. (Agr.), Prof., Leading Researcher of the Department of Ecology and Environmental Protection of MSTU (Maikop, the Russian Federation)

**Lesik Y. Aiba**, Dr. Sci. (Agr.), Prof. (Scientific Research Institute of Agriculture of the Academy of Sciences of Abkhazia, Sukhum, Abkhazia)

**Irina A. Bandurko**, Dr. Sci. (Agr.), Prof. (MSTU, Maikop, the Russian Federation)

**Soltan S. Basiev**, Dr. Sci. (Agr.), Prof. (Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, the Russian Federation)

**Elena P. Victorova**, Dr. Sci. (Eng.), Prof. (Krasnodar Research Institute for Storage and Processing of Agricultural Products, Krasnodar, the Russian Federation)

**Rimma S. Zaremuk**, Dr. Sci. (Agr.), Prof. (The North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, the Russian Federation)

**Sergey V. Zelentsov**, Dr. Sci. (Agr.), Corresponding Member of the RAS (Federal Scientific Center All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V.S. Pustovoit, Krasnodar, the Russian Federation)

**Zakir A. Ibragimov**, Dr. Sci. (Agr.), Prof. (Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, The Azerbaijan Republic)

**Dmitry A. Ivanov**, Dr. Sci. (Agr.), Prof., Corresponding member of the RAS (VNIIMZ – a branch of the Soil Science Institute named after V.V. Dokuchaev, the Tver region, the Russian Federation)

**Nadezhda V. Kotsareva**, Dr. Sci. (Agr.), Prof. (Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, the Belgorod region, the Russian Federation)

**Konstantin N. Kulik**, Dr. Sci. (Agr.), Prof., Academician of the RAS (FSC of Agroecology of the RAS, Volgograd, the Russian Federation)

**Vyacheslav M. Lukomets**, Dr. Sci. (Agr.), Prof., Academician of the Russian Academy of Sciences (National Grain Center named after P.P. Lukyanenko, Krasnodar, the Russian Federation)

**Lyudmila S. Malyukova**, Dr. Sci. (Biol.), Prof. (All-Russian Scientific Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, Sochi, the Russian Federation)

**Markarth Gerhard Otto**, Dr. Sci. (Nat), Prof., (Austrian Forestry Research Center, Vienna, Austria)

**Magomed D. Omarov**, Dr. Sci. (Agr.), Prof. (All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, Sochi, the Russian Federation)

**Rauch Hans Peter**, Dr. Sci. (Nat), Prof. (Vienna University of Natural Resources and Applied Sciences, Vienna, Austria)

**Alexey V. Ryndin**, Dr. Sci. (Nat), Prof., Corresponding Member of the RAS (All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, Sochi, the Russian Federation)

**Saverio Mannino**, Dr. Sci. (Chem.), Prof., Scientific Consultant in the field of Nanobiotechnology of Food industry (University of Milan and University of Balzano, Milan, Italy)

**Aslan V. Satibalov**, Dr. Sci. (Agr.) (The North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture, Nalchik, the Russian Federation)

**Khazret R. Siyukhov**, Dr. Sci. (Eng.), Assoc.Prof. (MSTU, Maikop, the Russian Federation)

**Anzaur A. Skhalyakhov** Dr. Sci. (Eng.), Assoc.Prof. (MSTU, Maikop, the Russian Federation)

**Maya Yu. Tamova** Dr. Sci. (Eng.), Prof. (KubSTU, Krasnodar, the Russian Federation)

**Victor I. Turusov**, Dr. Sci. (Agr.), Academician of the RAS (Voronezh FACS named after V.V. Dokuchaev, the Voronezh region, the Russian Federation)

**Zuret N. Khatko**, Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof. (Maikop, the Russian Federation)

**Henning Gunther**, Dr. Sci. (Nat), Prof. (University of Applied Sciences, Dresden, Germany)

**Sergey S. Chumakov**, Dr. Sci. (Agr.), Prof. (Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, the Russian Federation)

**Stangl Rosemarie**, Dr. Sci. (Nat), Prof. (Vienna University of Natural Resources and Applied Sciences, Vienna, Austria)

**Victor P. Yakushev**, Dr. Sci. (Agr.), Prof., Academician of the RAS (Agrophysical Research Institute, St. Petersburg, the Russian Federation)

## Пищевые системы и биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

<b>Бочкарева З.А., Никонова Е.Э.</b> Обоснование рецептурной смеси на основе цельно-молотого зерна овса для производства мясных рубленых изделий.....	11
<b>Журавлев Р.А., Тамова М.Ю., Джум Т.А., Сидорчева М.А.</b> Разработка безалкогольного напитка брожения типа «комбуча» с использованием локального сырья.....	23
<b>Патеев С.С., Чернета Ю.А.</b> Микробиологическая оценка качества и безопасности мяса черного африканского страуса в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 СанПиН 2.3.2.1078-01.....	39
<b>Сатибалов А.В., Иванова З.А., Тхазеплова Ф.Х., Нагудова Л.Х.</b> Совершенствование технологии производства яблочно-пектиновой пасты .....	51
<b>Сичко Н.О., Стальная М.И.</b> Изучение биологически активных веществ растительного сырья Северного Кавказа различных способов консервации.....	63
<b>Смирнова Е.С., Мельникова Е.О., Ражина Е.В., Лопаева Н.Л., Чепуштанова О.В.</b> Разработка рецептуры и технология производства напитка на основе творожной сыворотки с добавлением фруктово-растительного сырья .....	78
<b>Сокол Н.В., Санжаровская Н.С., Агаева Д.Р.</b> Комплексная оценка воздействия озонирования на качество и безопасность зерна, используемого в технологии цельнозернового хлеба.....	91
<b>Чернявская Ю.Н., Тягуцева А.А., Першакова Т.В.</b> Исследование влияния способа обработки виноградных выжимок перед экстракцией на органолептические и физико-химические показатели экстракта .....	101
<b>Шилов В.В., Литвяк В.В., Журня А.А., Росляков Ю.Ф., Окулова Т.В., Мазур А.М.</b> Разработка технологии получения и рецептуры высокобелковых картофельных пищевых продуктов с пониженным гликемическим индексом.....	114

## Сельскохозяйственные науки

<b>Мамсиров Н.И., Жиров Д.А., Малич И.Ю.</b> Отзывчивость гибридов кукурузы Краснодарский 291 АМВ и Краснодарский 385 МВ на внесение удобрений .....	140
--	-----

### Food systems and biotechnology of food and bioactive substances

---

<b>Bochkareva Z.A., Nikonova E.E.</b> Justification of a recipe mixture based on whole oat grain for the production of minced meat products .....	11
<b>Zhuravlev R.A., Tamova M.Yu., Dzhum T.A., Sidorcheva M.A.</b> Development of non-alcoholic «kombucha» type fermented soft drink using local raw materials .....	23
<b>Pateev S.S., Cherneta Yu.A.</b> Microbiological assessment of the quality and safety of black African ostrich meat in accordance with the requirements of TR CU 021/2011 SanPiN 2.3.2.1078-01.....	39
<b>Satibalov A.V., Ivanova Z.A., Thazeplova F.H., Nagudova L.H.</b> Improving the technology of apple-pectin paste production .....	51
<b>Sichko N.O., Stalnaya M.I.</b> Investigation of biologically active substances of the North Caucasus plant raw materials using various preservation methods .....	63
<b>Smirnova E.S., Melnikova E.O., Razhina E.V., Lopayeva N.L., Chepushtanova O.V.</b> Formulation development and production technology for a drink based on curd whey with the addition of fruit and vegetable raw materials.....	78
<b>Sokol N.V., Sanzharovskaya N.S., Agaeva A.D.</b> Comprehensive assessment of the effect of ozonation on the quality and safety of grain used in whole grain bread technology .....	91
<b>Chernyavskaya Yu.N., Tyagusheva A. A., Pershakova T.V.</b> Investigation of the influence of the method of grape pomace processing before extraction on the organoleptic and physicochemical parameters of the extract .....	101
<b>Shilov V.V., Litvyak V.V., Zhurnya A.A., Roslyakov Yu.F., Okulova T.V., Mazur A.M.</b> Development of technology for obtaining and formulating high-protein potato food products with a low glycemic index .....	114

### Agricultural sciences

---

<b>Mamsirov N.I., Zhirov D.A., Malich I.Yu.</b> Krasnodarskiy 291 AMR and Krasnodarskiy 385 MR corn hybrids response to fertilizer application.....	140
---	-----

# Пищевые системы и биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

## Food systems and biotechnology of food and bioactive substances

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-11-22>

УДК 637.521:633.13:641.5



### Обоснование рецептурной смеси на основе цельносмолотого зерна овса для производства мясных рубленых изделий

**З.А. Бочкарева**✉, **Е.Э. Никонова**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный технологический университет»,  
г. Пенза, Российская Федерация  
✉bochkarievaz@mail.ru*

**Аннотация. Введение.** В работе показана обоснованность введения растительных добавок в мясную рубленую массу с целью повышения пищевой ценности изделий. В качестве альтернативы использования пшеничного хлеба в мясных рубленых массах предлагается смесь растительных продуктов, основой которой является цельносмолотое зерно овса. Дана сравнительная оценка показателей мясных рубленых изделий, содержащих различное количество смеси из цельносмолотого зерна овса, отрубей пшеничных и сушеных яблок. **Цель работы.** Выяснить возможность использования смеси на основе цельносмолотого зерна овса при разработке рецептур и технологии мясных рубленых изделий для повышения пищевой ценности и расширения ассортимента изделий. **Методы.** Для создания смеси использовали цельносмолотое зерно овса в количестве 60%, отруби пшеничные в количестве 20% и яблоки сушеные измельченные в количестве 20%. Для введения в мясную рубленую массу смесь на основе цельносмолотого зерна овса гидратировали с использованием воды с температурой 15-20 °С в соотношении 1:2 в течение 10-15 минут. Объектами исследования являлись 3 образца мясных рубленых изделий с 10%, 15% и 20% смеси на основе цельносмолотого зерна овса. **Результаты** исследования готовых кулинарных изделий показали, что наименьшие потери массы и более высокая пищевая ценность изделий по сравнению с прототипом показали образцы №2 и №3 с добавлением 15% и 20 % смеси на основе цельносмолотого зерна овса.

**Ключевые слова:** мясные рубленые изделия, цельносмолотое зерно овса, пшеничные отруби, сушеные яблоки

**Для цитирования:** Бочкарева З.А., Никонова Е.Э. Обоснование рецептурной смеси на основе цельносмолотого зерна овса для производства мясных рубленых изделий. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):11-22. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-11-22>

### Justification of a recipe mixture based on whole oat grain for the production of minced meat products

**Z.A. Bochkareva**✉, **E.E. Nikonova**

*Penza State Technological University, Penza, the Russian Federation  
✉bochkarievaz@mail.ru*

© З.А. Бочкарева, Е.Э. Никонова, 2025

**Abstract. Introduction.** Application of plant additives into minced meat in order to increase the nutritional value of products has been justified in the article. A mixture of plant products based on whole oat grain has been proposed as an alternative to sing wheat bread in minced meat. The indicators of minced meat products containing different amounts of a mixture of whole oat grain, wheat bran and dried apples have been assessed. **The goal of the research** is to determine the possibility of using a mixture based on whole oat grain in developing recipes and technology for minced meat products to increase the nutritional value and expand the range of products. **The methods.** To create the mixture 60% of whole oat grain, 20% of wheat bran and 20% of dried crushed apples were used. To introduce the mixture based on whole oat grain into the minced meat, it was hydrated using water at a temperature of 15-20 °C in a ratio of 1:2 for 10-15 minutes. The objects of the research were 3 samples of minced meat products with 10%, 15% and 20% of the mixture based on whole oat grain. **The results** of the study of finished culinary products have shown that the lowest weight loss and higher nutritional value of the products compared to the prototype is in samples No. 2 and No. 3 with the addition of 15% and 20% of the mixture based on whole oat grain.

**Keywords:** minced meat products, whole oat grain, wheat bran, dried apples

**For citation:** Bochkareva Z.A., Nikonova E.E. Justification of a recipe mixture based on whole oat grain for the production of minced meat products. *Novye tehnologii / New technologies*. 2025; 21(2):11-22. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-11-22>

**Введение.** На предприятиях пищевой промышленности каждый год производится значительное количество отходов, особенно зерновых. При этом побочные продукты содержат такие компоненты, как пищевые волокна, макро- и микроэлементы, антиоксиданты, которые могут придать пище функциональность. В связи с изменением образа жизни растет спрос на готовые к употреблению продукты, в числе которых полуфабрикаты из мясной рубленой массы. При этом мясо, особенно свинины, содержит высокий процент жира и полностью лишено пищевых волокон, что может создавать проблемы для здоровья человека. Чтобы решить эту проблему, некоторые виды пищевых отходов, например, отруби зерновых, могут быть успешно включены в мясные рубленые продукты.

На предприятиях общественного питания социальной направленности широко производятся изделия из мясной рубленой массы. Рецептуры этих изделий включают в себя размоченный пшеничный хлеб, который служит связующим и влагоудерживающим наполнителем. Однако с целью придания новых свойств традиционным продуктам мясные рубленые полуфабрикаты модифицируются путем добавления различных функциональных добавок, имеющих такие же хорошие влагоудерживаю-

щие свойства, при этом повышающие пищевую ценность и содержание пищевых волокон [1,2,3,4]. В качестве альтернативы предлагается использовать смесь растительных продуктов на основе цельного овсяного зерна. Полезные свойства овса связаны с богатым химическим составом, включающим пищевые волокна, минералы и витамины [5,6]. Цельносмолотая мука из зерна овса содержит все части зерна: питательный эндосперм, богатый витаминами зерновой зародыш и содержащие клетчатку отруби. Использование муки из цельного зерна овса способствует снижению затрат для получения зёрен овса без оболочек с использованием технологии гидротермической обработки, т.к. удаление оболочек энерго-и трудозатратно. Овсяное зерно содержит крахмал и  $\beta$ -глюкан, которые будут способствовать удержанию влаги.  $\beta$ -глюкан является основным некрахмальным полисахаридом, растворимым пищевым волокном, признанным за его полезные свойства как для здоровья, так и для связывания влаги [7]. Более всего его содержится в клеточных оболочках эндосперма, в связи с чем в муке цельносмолотой овсяной содержание  $\beta$ -глюкана выше, чем в очищенном эндосперме зерна овса. В исследованиях [8] показано, что  $\beta$ -глюкан снижает гликемический индекс крахмала, вступая во вза-

имодействие с ним и образуя гелевую сетчатую структуру, удерживающую влагу. Исследования группы авторов [9] показали, что овсяный крахмал был обернут белково-β-глюкановыми комплексами. Это исследование показывает, что можно получить массу с более низкой усвояемостью крахмала. Таким образом, содержание β-глюкана в овсяной цельносмолотой муке может быть ключевым компонентом для снижения гликемического индекса в отличие от пшеничного хлеба в рубленой массе с высоким гликемическим индексом.

Для увеличения содержания пищевых волокон в смесь предлагается ввести отруби пшеничные, так как цельное зерно овса будет содержать недостаточное количество пищевых волокон для удовлетворения суточной потребности. Отруби пшеничные богаты пищевыми волокнами и используются во многих продуктах, включая мучные, мясные, рыбные изделия, изделия из птицы. Достаточное количество пищевых волокон, содержащихся в пшеничных отрубях, выполняет соответствующие физиологические функции, полезные для здоровья человека. Отруби пшеничные содержат различные витамины и минералы, включая витамины группы В, железо, магний, цинк и другие, но самым важным является высокое содержание пищевых волокон [10].

Некоторые фруктовые и овощные продукты могут быть успешно включены в мясные продукты, т.к. содержат пищевые волокна и играют роль природных антиоксидантов, что замедлит окисление липидов и увеличит срок хранения мясных продуктов. К таким продуктам можно отнести сушеные яблоки. Сушеные яблоки содержат значительное количество пищевых волокон, но при этом они также содержат антиоксиданты, такие как кверцетин, катехин и хлорогеновая кислота, которые обладают высокой способностью нейтрализации радикалов [11]. Сушеные яблоки богаты минералами, такими как калий и железо. Водорастворимые пищевые волокна и клетчатка цельного зерна овса и пшеничных отрубей может улучшить биодоступность

полифенольных соединений сушеных яблок [12,13].

Таким образом, разработка технологии мясных рубленых изделий с использованием пищевых волокон на основе цельносмолотого зерна овса, с введением в смесь пшеничных отрубей и сушеных яблок, является актуальной и будет способствовать повышению пищевой ценности и расширению ассортимента мясных рубленых изделий.

**Цель работы.** Выяснить возможность использования смеси на основе цельносмолотого зерна овса при разработке рецептур и технологии мясных рубленых изделий для повышения пищевой ценности и расширения ассортимента.

Объекты исследования: мука из цельносмолотого зерна из органического овса голозерного, отруби пшеничные, яблоки сушеные кислых сортов, выращиваемых в Пензенской области; смесь, состоящая из муки из цельносмолотого зерна овса, отрубей пшеничных и сушеных яблок; изделия мясные рубленые с содержанием смеси на основе овсяного цельносмолотого зерна в количестве 10% - образец № 1, 15% - образец № 2 и 20% - образец № 3, прототип – котлеты из свинины по рецептуре № 658 из сборника рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания.

**Материалы и методы исследования.** Смесь на основе цельносмолотого зерна овса представляет собой комбинацию муки цельнозерновой овсяной, пшеничных отрубей и сушеных яблок.

Процентное содержание состава смеси представлено на рисунке 1.

Яблоки предварительно подсушивали в сушильном шкафу до состояния ломкости при температуре не выше 35 °С и измельчали на лабораторной мельнице до порошкообразного состояния.

Все составные части смеси на основе цельносмолотого зерна овса смешивали. Перед использованием смесь подвергали гидратации водой с температурой 15-20 °С гидромодулем 1:2,0 в течение 10-15 минут. Производство изделий осуществляли по традиционной технологической схеме в соответ-

ствии со сборником рецептур блюд и кулинарных изделий. Можно отметить, что при вторичном измельчении мясной массы в мясорубке с добавлением смеси и при формовании изделий наблюдается значительная адгезия массы. Готовые полуфабрикаты обжаривали основным способом с двух сторон и дожаривали в жарочном шкафу при температуре 240-250 °С в течение 5-7 минут.

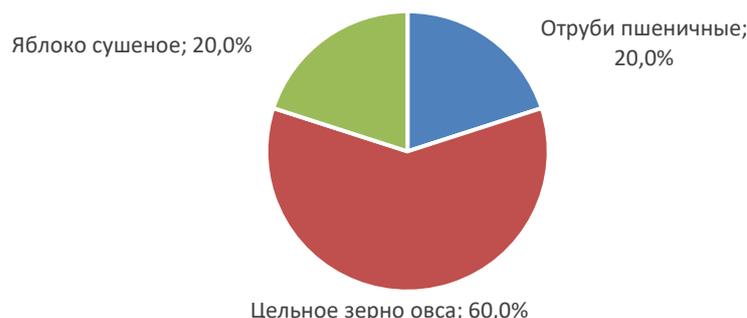
Для определения пищевой ценности и потерь массы при тепловой обработке применялись расчетные методы, для определения органолептических показателей – ГОСТ 32951-2014.

**Результаты исследования и их обсуждение.**

Органолептическая характеристика смеси представлена в таблице 1.

Химический состав смеси: белки – 10 г; жиры – 3 г; углеводы – 48 г; пищевые волокна - 20 г. Энергетическая ценность продукта составляет 259 ккал.

Учитывая, что пшеничный хлеб добавляют в мясные рубленые изделия с целью влагоудерживания, были определены влагоудерживающие свойства смеси в виде исследования потерь при тепловой обработке. Зерно овса обладает хорошими водосвязывающими и водоудерживающими свойствами [5]. Рубленая масса со смесью менее водянистая по сравнению с прототипом, изделия хорошо формуется. Результаты исследования потерь массы при тепловой обработке изделий с введением смеси на основе цельносмолотого зерна овса показаны в таблице 2.



**Рис. 1.** Процентное содержание состава смеси на основе цельносмолотого зерна овса

**Fig. 1.** Percentage of the mixture based on whole oat grain

**Таблица 1.** Органолептическая характеристика смеси на основе цельносмолотого зерна овса

**Table 1.** Organoleptic characteristics of the mixture based on whole oat grain

Показатель	Характеристика
Внешний вид, цвет	Смесь светло-коричневого цвета с включением хлопьевидных частиц оболочки зерна овса и коричневых частиц отрубей
Консистенция	Рассыпчатая
Запах и вкус	Свойственный зерновым с едва ощутимым ароматом яблок

**Таблица 2.** Результаты исследования потерь массы при тепловой обработке изделий

**Table 2.** The results of the study of mass losses during heat treatment of products

Объект исследования	Масса полуфабриката, г	Масса готового изделия, г	Потери при тепловой обработке, %
Прототип	91,6	75,6	17
Образец №1 с 10% смеси	87,5	72,8	16,8
Образец №2 с 15% смеси	92	79,3	13,8
Образец №3 с 20% смеси	96	83,8	12,7

Как видно из результатов исследования, потери при тепловой обработке уменьшаются, что связано со значительным содержанием крахмала и  $\beta$ -глюкана в зерне овса и с содержанием пищевых волокон в целом в смеси [14].

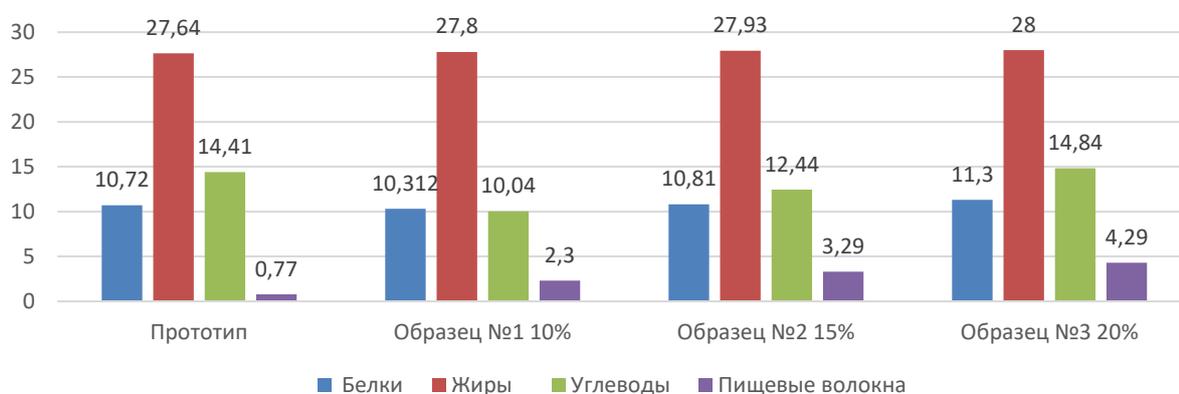
Потери массы при тепловой обработке по сравнению с прототипом уменьшились на 0,2% в образце №1 с 10% смеси, на 3,2% в образце №2 с 15% смеси, на 4,3 % в образце №3 с 20% смеси. Эти результаты доказывают влагоудерживающую способность пищевых волокон, которые преобладают в составе смеси [15,16].

Расчет пищевой ценности производился с учетом потерь основных веществ при тепловой обработке, показатели пищевой ценности в граммах на 100г представлены на рисунке 2.

В образце №1 содержание белка уменьшается на 4%, а в образце №2 почти не изменяется, что связано с небольшим количеством

добавляемой смеси на основе цельносмолотого овса по сравнению с добавляемым количеством пшеничного хлеба. Содержание белков в исследуемом образце №3 незначительно возрастает на 5,4%. Содержание жиров повышается по сравнению с прототипом только в образце №3 на 1%. Количество углеводов снижается в образце №1 на 30%, в образце №2 на 14%, в образце №3 немного повышается. При добавлении смеси на основе цельносмолотого зерна овса значительно возрастает содержание пищевых волокон в образцах №1, № 2, №3 в 3 раза, в 4,2 раза, в 5,57 раза соответственно. В прототипе содержание пищевых волокон незначительное -0,77г на 100 г готового изделия. При этом в образцах №2 и №3 содержание пищевых волокон более 3 г на 100 г продукта, что дает возможность отнести продукт к функциональным по содержанию пищевых волокон.

Показатели содержания минеральных веществ представлены в таблице 3.



**Рис. 2.** Показатели пищевой ценности изделий

**Fig. 2.** Nutritional value indicators of products

**Таблица 3.** Показатели содержания минеральных веществ в готовых мясных рубленых изделиях

**Table 3.** Indicators of mineral content in finished minced meat products

Наименование показателя	Прототип	Образец №1 с 10% смеси	Образец №2 с 15% смеси	Образец №3 с 20% смеси
Ca, мг	29,38	29,1	30,56	32,03
P, мг	99,6	117,8	136,36	154,8
Mg, мг	18,1	24,7	30,7	36,6
Fe, мг	1,2	1,18	1,32	1,45
Zn, мг	1	1,06	1,14	1,21
I, мкг	2,48	2,48	2,48	2,48

С добавлением смеси увеличивается содержание дефицитных в питании человека таких минеральных веществ, как Mg, Fe, Ca по сравнению с прототипом. Содержание Mg в образце №1 возрастает на 36%, в образце №2 на 69,6%, в образце №3 на 102,2%. Содержание Fe в образце №1 и №2 возрастает на 10%, в образце №3 на 20,8%. Содержание Ca в образце №2 возрастает на 4,01%, в образце №3 на 9,01%, а в образце №1 уменьшается на 1,2%. Содержание йода не изменяется. Лучшими показателями по содержанию минеральных веществ обладает образец №3.

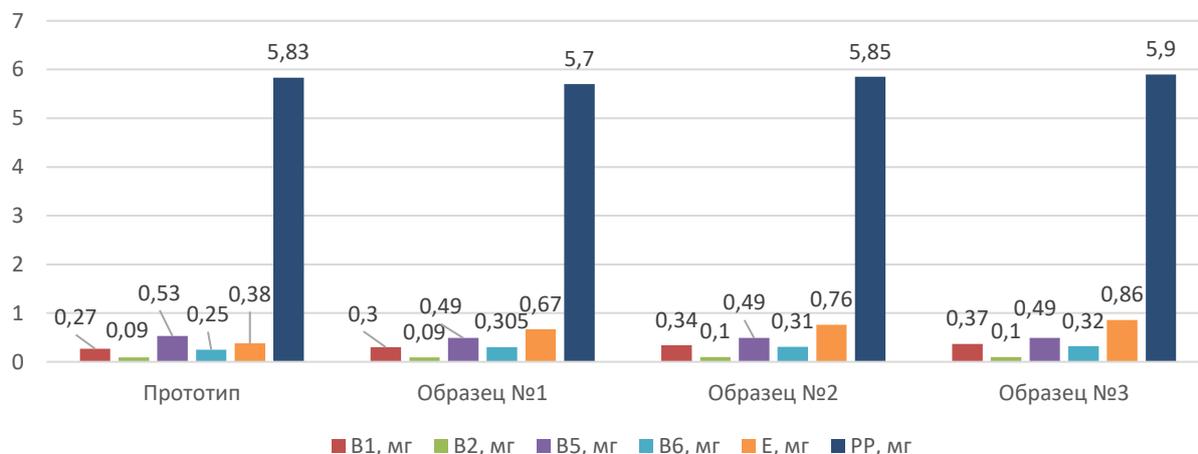
Для изучения витаминного состава были определены те виды витаминов, которые преобладают в сырье. Витаминный состав изделий определяется в основном содержанием витаминов группы В. Показатели содержания витаминов отражены на рисунке 3.

С добавлением смеси на основе цельнозернового зерна овса увеличивается количество витамина В<sub>1</sub> в образце №1 на 11%, образце №2 на 25% и в образце №3 на 37% по сравнению с прототипом. При замене пшеничного хлеба на смесь не изменяется содержание витаминов В<sub>2</sub> и В<sub>5</sub>, причем содержание витамина В<sub>5</sub> снижается на 8%, что связано с более высоким содержанием пантотеновой кислоты в пшеничном хлебе. Значительно увеличивается содер-

жание витамина Е в образцах №1; №2; №3 в 1,7; 2,0; 2,26 раза соответственно. Лучшими показателями по содержанию витаминов обладает образец №3 с самым высоким содержанием смеси 20% в мясной рубленой массе.

Также были рассмотрены показатели степени суточной удовлетворенности в минеральных веществах и витаминах в 100 гр готовых изделий в прототипе и образцах №2 и №3. Образец №1 не рассматривается в связи с тем, что показатели содержания некоторых пищевых веществ ниже, чем в прототипе. Результаты показаны в таблице 4.

Определение степени удовлетворенности в минеральных веществах и витаминах показало, что витаминами, которые содержатся в прототипе и рассматриваемых образцах и удовлетворяющими более 15% суточной потребности, являются витамины В<sub>1</sub> и РР. Образцы №2 и №3 также удовлетворяют суточную потребность в витамине В<sub>6</sub> более 15%. Степень удовлетворенности в минеральных веществах в образцах №2 и №3 возрастает по сравнению с прототипом, но только в таком макроэлементе, как фосфор. Этот элемент не является дефицитным в питании человека. По сравнению с прототипом значительно увеличивается степень удовлетворенности в таких минеральных веществах, как магний и железо, которые являются дефицитными в питании.



**Рис. 3.** Показатели содержания витаминов в готовых мясных рубленых изделиях

**Fig. 3.** Vitamin content in finished minced meat products

При потреблении 100 граммов изделий с содержанием 15% и 20% смеси на основе цельносмолотого зерна овса в течение суток организм восполнит недостаток в пищевых волокнах более чем на 15 % как у мужчин, так и у женщин. Учитывая, что клетчатка является одним из важнейших компонентов, оказывающих влияние на функционирование организма, в особенности на деятельность желудочно-кишечного тракта, а поступает она в основном с овощами, отпуском изделий, гарнированных овощами, удовлетворит суточную потребность более значительно по сравнению с прототипом.

Сравнение качественного состава белков мясных рубленых изделий прототипа и образца №3 с добавлением 20% смеси приведено в таблице 5.

Анализируя содержание аминокислотного скора в прототипе и рубленых мясных изделиях с добавлением 20% смеси на основе цельносмолотого зерна овса с добавлением пшеничных отрубей и порошка сушеных яблок, можно отметить, что аминокис-

лотный скор образца с частичной заменой пшеничного хлеба на смесь увеличивается незначительно. При этом белок всех образцов близок к полноценному по аминокислотному составу, лимитирующей аминокислотой является лизин, но его содержание приближается к 100%. Такие изделия могут обеспечить организм необходимым содержанием незаменимых аминокислот.

При выборе оптимальной рецептуры изделий руководствовались органолептическими характеристиками и количеством баллов, набранных готовыми изделиями. Оценка органолептических показателей проведена экспертной комиссией на кафедре «Пищевые производства» Пензенского государственного технологического университета. Была произведена дегустация мясных рубленых изделий: прототипа, образца №1, образца №2, образца №3. Фотографии готовых изделий представлены на рисунке 4.

График оценки образцов по органолептическим показателям после термической обработки показан на рисунке 5.

**Таблица 4.** Степень удовлетворенности образцов нормам суточной потребности взрослого человека в минеральных веществах и витаминах

**Table 4.** Degree of satisfaction of samples with the daily requirements of an adult for minerals and vitamins

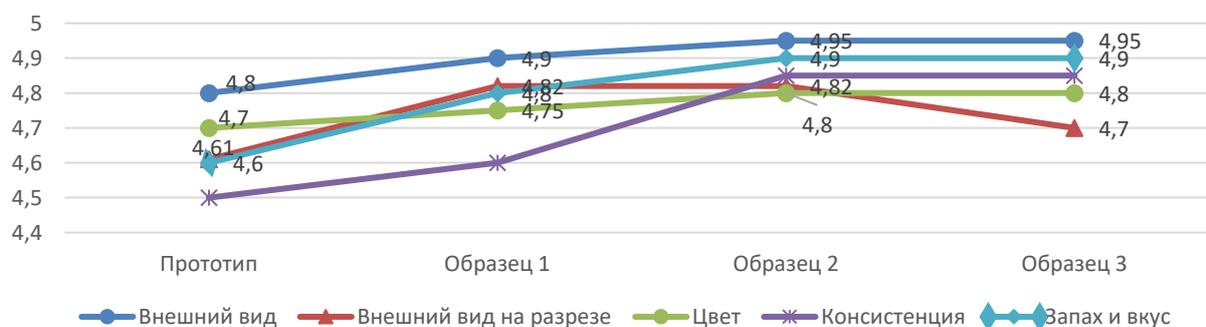
Виды пищевых веществ	Степень удовлетворенности в прототипе	Степень удовлетворенности в образце №2 с содержанием 15% смеси	Степень удовлетворенности в образце №3 с содержанием 20% смеси
В1, мг	18	22	24
В2, мг	5	5	5
В5, мг	10,6	9,8	9,8
В6, мг	12,5	15,5	16
Е, мг	2,53	5	5,7
РР, мг	29,15	29,25	29,5
Са, мг	2,93	3,0	3,2
Р, мг	14,2	19,48,	22
Mg, мг	4,3	7,3	8,71
Fe, мг	12	13	14,5
Zn, мг	8,3	9,5	10
I, мкг	1,65	1,65	1,65
Пищевые волокна	3,0	13,16	17,16

**Таблица 5.** Оценка биологической ценности мясных рубленых изделий  
**Table 5.** Assessment of the biological value of minced meat products

Наименование	Прототип – мясные котлеты	Мясные рубленые изделия с добавлением овсяной клетчатки
Изолейцин	130,36	131,16%
Лейцин	127,65%	128,69%
Лизин	97,8%	97,8%
Метионин+цистин	116,12%	116,27%
Фенилаланин+тирозин	156,09%	156,18%
Треонин	101,04%	100,98%
Триптофан	121,24%	121,3%
Валин	116,21%	116,21%



**Рис. 4.** Внешний вид образцов изделий со смесью на разрезе  
**Fig. 4.** Product appearance on a section



**Рис. 5.** График оценки образцов по органолептическим показателям после термической обработки  
**Fig. 5.** Graph of evaluation of samples by organoleptic indicators after heat treatment

Оценка органолептических показателей изделий показала, что наилучшими органолептическими показателями характеризуются образцы №2 и №3. Масса изделий пропечена, на разрезе однородная, изделия хорошо сохраняют форму, не имеют трещин и изломов. Имеют плотную консистенцию. При этом с увеличением количе-

ства смеси немного увеличивается крошливость. Запах и вкус свойственны жареным мясным рубленым изделиям с орехово-сладковатым вкусом вносимой смеси на основе цельносмолотого зерна овса.

**Заключение.** В соответствии с поставленной целью в работе показано, что смесь на основе цельносмолотого зерна овса при-

менима для замены пшеничного хлеба в производстве мясных рубленых изделий. Замена пшеничного хлеба на смесь из цельносомлотого зерна овса не ухудшает органолептические показатели изделий, но влияет на повышение пищевой ценности. При добавлении смеси на основе цельносомлотого зерна овса значительно возрастает содержание пищевых волокон в образцах в 3-5 раз. При этом в образцах №2 и №3 содержание пищевых волокон более 3 г на 100 г продукта, что дает возможность отнести продукт к функциональным по содержанию пищевых волокон. С добавлением смеси увеличивается содержание дефицит-

ных в питании человека таких минеральных веществ, как Mg, Fe, Ca по сравнению с прототипом. Введение в мясную рубленую массу 10% смеси не влияет на улучшение пищевой ценности разрабатываемых образцов, поэтому для замены пшеничного хлеба в изделиях рекомендуется введение 15% и 20% смеси на основе цельносомлотого зерна овса. Обобщая вышеизложенное, справедливо сказать, что использование в технологии мясных рубленых изделий смеси на основе цельносомлотого зерна овса возможно и является целесообразным с точки зрения повышения пищевой ценности и расширения ассортимента.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моделирование процесса получения нового вида мясного продукта с применением функциональных смесей / Сафонова Ю.А. [и др.] // WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS: сборник статей XVIII Международной научно-практической конференции: в 2-х ч. Пенза, 2018. С. 57-60.
2. Дерканосова А.А., Курчаева Е.Е., Панина Е.В. Технологические подходы к производству мясных рубленых полуфабрикатов, обогащенных композитами животного и растительного происхождения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2024. Т. 86, № 2 (100). С. 237-247.
3. Курчаева Е.Е., Попова Я.А. Использование пищевых волокон в составе пищевых систем на мясной основе // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2021. № 1 (16). С. 36-46.
4. Recent strategies for improving the quality of meat products / Lee S. [et al.] // J Anim Sci Technol. 2023. Vol. 65, No. 5. P. 895-911. doi: 10.5187/jast.2023.e94.
5. Бочкарева З.А. Сравнительная характеристика мясных рубленых изделий с продуктами переработки овса // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 85-91.
6. Величко Н.А., Каратаева Я.А. Возможность использования овсяной крупы в производстве мясных рубленых полуфабрикатов // Актуальные вопросы переработки и формирование качества продукции АПК: материалы Международной научной конференции. Красноярск, 2021. С. 43-46.
7. Харламова Л.Н., Синельникова М.Ю., Матвеева Д.Ю. Бета-глюкан и его роль в напитках из овса // Пищевая промышленность. 2023. № 12. С. 61-63.
8. Impact of Native Form Oat  $\beta$ -Glucan on the Physical and Starch Digestive Properties of Whole Oat Bread / Hu H. [et al.] // Foods. 2022. Vol. 29, No. 11(17). P. 2622. doi: 10.3390/foods11172622

9. Influence of sprouted oat flour substitution on the texture and in vitro starch digestibility of wheat bread / Cao H. [et al.] // *Food Chem X*. 2022. Vol. 15, No. 12. P. 100428. doi: 10.1016/j.fochx.2022.100428

10. Типсина Н.Н., Демиденко Г.А. Применение пшеничных отрубей при изготовлении хлебобулочных изделий как продукции диетического назначения // *Вестник КрасГАУ*. 2023. № 3 (192). С. 214-219.

11. Саркисова В.И., Могильный М.П. Исследование качества мясных рубленых изделий с фруктовыми наполнителями // *Успехи современной науки*. 2016. Т. 4, № 8. С. 41-47.

12. Tanaka S, Mizuta E, Hira T, Hara H. Water-soluble dietary fibers enhance bioavailability of quercetin and a fiber derived from soybean is most effective after long-term feeding in rats / Trakooncharoenvit A. [et al.] // *Eur J Nutr*. 2020. Vol. 59, No. 4. P. 1389-1398. doi: 10.1007/s00394-019-01992-9.

13. Fructan-type prebiotic dietary fibers: Clinical studies reporting health impacts and recent advances in their technological application in bakery, dairy, meat products and beverages / Correa A.C. [et al.] // *Carbohydr Polym*. 2024. Vol. 323, No. 1. P. 121396. doi: 10.1016/j.carbpol.2023.121396.

14. Han M., Bertram H.C. Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system // *Meat Sci*. 2017. Vol. 133. P. 159-165. doi: 10.1016/j.meatsci.2017.07.001.

15. Влияние волокон пищевых на функционально-технологические свойства мясных систем / Титов Е.И. [и др.] // *Все о мясе*. 2021. № 4. С. 30-36.

16. Антипова Л.В., Воронкова Ю.В. Роль пищевых волокон в технологии мясных продуктов функционального назначения // *Продовольственная безопасность: материалы Международной научно-технической конференции*. Воронеж: ВГУИТ, 2014. С. 311-314.

## REFERENCES

1. Modeling the process of obtaining a new type of meat product using functional mixtures / Safonova Yu.A. [et al.] // *WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS: collection of articles of the XVIII International scientific and practical conference: in 2 parts*. Penza, 2018. P. 57-60. [In Russ.]

2. Derkanosova A.A., Kurchaeva E.E., Panina E.V. Technological approaches to the production of minced meat semi-finished products enriched with composites of animal and plant origin // *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2024. Vol. 86, No. P. 237-247. [In Russ.]

3. Kurchaeva E.E., Popova Ya.A. Use of dietary fiber in the composition of meat-based food systems // *Technologies and commodity science of agricultural products*. 2021. No. 1 (16). P. 36-46. [In Russ.]

4. Recent strategies for improving the quality of meat products / Lee S. [et al.] // *J Anim Sci Technol*. 2023. Vol. 65, No. 5. P. 895-911. doi: 10.5187/jast.2023.e94.

5. Bochkareva Z.A. Comparative characteristics of minced meat products with oat processing products // *Bulletin of Samara State Agricultural Academy*. 2015. No. 4. P. 85-91. [In Russ.]

6. Velichko N.A., Karataeva Ya.A. Possibility of using oatmeal in the production of minced meat semi-finished products // *Current issues of processing and formation of quality of agricultural products: materials of the International scientific conference*. Krasnoyarsk, 2021. P. 43-46. [In Russ.]

7. Kharlamova L.N., Sinelnikova M.Yu., Matveeva D.Yu. Beta-glucan and its role in oat drinks // *Food industry*. 2023. No. 12. P. 61-63. [In Russ.]

8. Impact of Native Form Oat  $\beta$ -Glucan on the Physical and Starch Digestive Properties of Whole Oat Bread / Hu H. [et al.] // *Foods*. 2022. Vol. 29, No. 11(17). P. 2622. doi:

10.3390/foods11172622

9. Influence of sprouted oat flour substitution on the texture and in vitro starch digestibility of wheat bread / Cao H. [et al.] // Food Chem X. 2022. Vol. 15, No. 12. P. 100428. doi: 10.1016/j.fochx.2022.100428

10. Tipsina N.N., Demidenko G.A. Use of wheat bran in the manufacture of bakery products as dietary products // Bulletin of KrasSAU. 2023. No. 3 (192). P. 214-219. [In Russ.]

11. Sarkisova V.I., Mogilny M.P. Study of the quality of minced meat products with fruit fillers // Advances in modern science. 2016. Vol. 4, No. 8. P. 41-47. [In Russ.]

12. Tanaka S, Mizuta E, Hira T, Hara H. Water-soluble dietary fibers enhance bioavailability of quercetin and a fiber derived from soybean is most effective after long-term feeding in rats / Trakooncharoenvit A. [et al.] // Eur J Nutr. 2020. Vol. 59, No. 4. P. 1389-1398. doi:10.1007/s00394-019-01992-9.

13. Fructan-type prebiotic dietary fibers: Clinical studies reporting health impacts and recent advances in their technological application in bakery, dairy, meat products and beverages / Correa A.C. [et al.] // Carbohydr Polym. 2024. Vol. 323, No. 1. P. 121396. doi: 10.1016/j.carbpol.2023.121396.

14. Han M., Bertram H.C. Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system // Meat Sci. 2017. Vol. 133. P. 159-165. doi: 10.1016/j.meatsci.2017.07.001.

15. Effect of dietary fibers on the functional and technological properties of meat systems / Titov E.I. [et al.] // All about meat. 2021. No. 4. P. 30-36. [In Russ.]

16. Antipova L.V., Voronkova Yu.V. The role of dietary fiber in the technology of functional meat products // Food security: materials of the International scientific and technical conference. Voronezh: VSUET, 2014. P. 311-314. [In Russ.]

### *Информация об авторах / Information about the authors*

**Бочкарева Зенфира Альбертовна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые производства», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный технологический университет»; 440039, Российская Федерация, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4552-8007>, e-mail: [bochkarievaz@mail.ru](mailto:bochkarievaz@mail.ru)

**Никонова Екатерина Эдуардовна**, магистрант кафедры «Пищевые производства», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный технологический университет»; 440039, Российская Федерация, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11

**Zenfira A. Bochkareva**, PhD (Eng.), Associate Professor, the Department of Food Production, Penza State Technological University; 440039, the Russian Federation, Penza, Baidukov proezd /1a/11, Gagarin st., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4552-8007>, e-mail: [bochkarievaz@mail.ru](mailto:bochkarievaz@mail.ru)

**Ekaterina E. Nikonova**, Master student, Department of Food Production, Penza State Technological University; 440039, the Russian Federation, Penza, Baidukov proezd / 1a/11 Gagarin st.

### **Заявленный вклад авторов**

Бочкарева Зенфира Альбертовна – подбор литературных источников, разработка методики исследования, валидация данных, оформление статьи по требованиям журнала.

Никонова Екатерина Эдуардовна – проведение эксперимента.

**Claimed contribution of the authors**

Bochkareva Z.A. – selection of literary sources, development of research methodology, data validation, article design according to the Journal requirements.

Nikonova E.E. – conducting the experiment.

Поступила в редакцию 08.04.2025

Поступила после рецензирования 07.05.2025

Принята к публикации 12.05.2025

Received 08.04.2025

Revised 07.05.2025

Accepted 12.05.2025

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-23-38>



УДК 663.86:663.911.1

## Разработка безалкогольного напитка брожения типа «комбуча» с использованием локального сырья

Р.А. Журавлев, М.Ю. Тамова✉., Т.А. Джум, М.А. Сидорчева

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»,  
г. Краснодар, Российская Федерация,  
✉tamova\_maya@mail.ru*

**Аннотация. Введение.** Актуальность статьи связана с изучением российского рынка комбучи, традиционно ассоциирующимся с домашним напитком «чайный гриб», переживающим трансформацию, превращаясь в перспективный сегмент функционального питания. Ферментированные напитки занимают особое место среди функциональных продуктов благодаря естественному процессу ферментации, в ходе которого образуются полезные метаболиты. В контексте растущего спроса на здоровое питание ферментированные напитки занимают важное место в диетологии и нутрициологии. **Цель исследования.** Разработка современных и эффективных технологий для производства напитков стабильного качества. Это связано с необходимостью внедрения наукоемких технологий и диверсификации производственных мощностей из-за изменения спроса на традиционные продукты питания. Для достижения поставленной цели предполагается решить комплекс взаимосвязанных задач, включающих анализ современного состояния производства комбучи, идентификацию особенностей биохимических и микробиологических процессов ферментации при использовании альтернативных субстратов, а также оценку потенциала регионального растительного сырья в качестве функциональных ингредиентов. **Методы.** Исследования проведены с использованием комплекса лабораторных, аналитических и статистических подходов, направленных на изучение физико-химических, микробиологических и органолептических свойств комбучи, а также оптимизацию её рецептур. Лабораторные возможности кафедры общественного питания и сервиса ФГБОУ ВО «КубГТУ» позволили провести необходимые эксперименты. **Результаты.** В ходе экспериментальных исследований авторами предложен комбинированный способ приготовления ферментированного напитка типа комбуча с малиной и жасмином. Разработана технология и рецептура напитка, направленные на сохранение полезных свойств комбучи, которые заключаются в живых пробиотиках. Разработанная схема ферментации с комбинированным введением малинового сырья демонстрирует технологическую эффективность, позволяя гармонизировать биохимические и сенсорные характеристики комбучи. Определены показатели органолептической и физико-химической оценки напитка. **Заключение.** Создание адаптированных к местным условиям рецептур, снижение зависимости от импортного сырья и формирование научной базы для внедрения инновационных решений в производство функциональных напитков соответствует тенденциям импортозамещения и устойчивого развития агро-индустриального сектора Краснодарского края.

**Ключевые слова:** ферментированные напитки, комбуча, симбиотическая культура SCOBY, чай зеленый с жасмином, малина, технология ферментации, стабильность показателей, антиоксидантная активность, низкая калорийность

**Для цитирования:** Журавлев Р.А., Тамова М.Ю., Джум Т.А., Сидорчева М.А. Разработка безалкогольного напитка брожения типа «комбуча» с использованием локального сырья. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):23-38. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-23-38>

## Development of non-alcoholic «kombucha» type fermented soft drink using local raw materials

R.A. Zhuravlev, M.Yu. Tamova✉, T.A. Dzhum,  
M.A. Sidorcheva

*Kuban State Technological University, Krasnodar, the Russian Federation,  
✉tamova\_maya@mail.ru*

**Abstract. Introduction.** The relevance of the research is associated with the study of the Russian kombucha market, traditionally associated with the homemade drink “kombucha”, which is undergoing a transformation, turning into a promising segment of functional nutrition. Fermented drinks occupy a special place among functional products due to the natural fermentation process, during which useful metabolites are formed. In the context of the growing demand for healthy food, fermented drinks occupy an important place in dietetics and nutrition. **The goal of the research** was to develop modern and effective technologies for the production of drinks of stable quality. This is due to the need to introduce high-tech technologies and diversify production capacities due to changes in demand for traditional food products. To achieve this goal, it was proposed to solve a set of interrelated problems, including analysis of the current state of kombucha production, identification of features of biochemical and microbiological fermentation processes using alternative substrates, and assessment of the potential of regional plant materials as functional ingredients. **The methods.** The studies were conducted using a set of laboratory, analytical and statistical approaches aimed at studying the physicochemical, microbiological and organoleptic properties of kombucha, as well as optimizing its recipes. Laboratory capabilities of the Department of Public Catering and Service of KubanSTU made it possible to conduct the necessary experiments. **The results.** In the course of experimental studies, the authors have proposed a combined method for preparing a fermented drink of kombucha type with raspberries and jasmine. A technology and recipe for the drink aimed at preserving the beneficial properties of kombucha, which consists of live probiotics, have been developed. The developed fermentation scheme with the combined introduction of raspberry raw materials demonstrates technological efficiency, allowing to harmonize the biochemical and sensory characteristics of kombucha. The indicators of the organoleptic and physicochemical assessment of the drink have been determined. **The conclusion.** The creation of recipes adapted to local conditions, reducing dependence on imported raw materials and forming a scientific base for the introduction of innovative solutions in the production of functional drinks corresponds to the trends of import substitution and sustainable development of the agro-industrial sector of the Krasnodar Territory.

**Keywords:** fermented drinks, kombucha, SCOBY symbiotic culture, green tea with jasmine, raspberry, fermentation technology, stability of indicators, antioxidant activity, low calorie content

**For citation:** Zhuravlev R.A., Tamova M.Yu., Dzhum T.A., Sidorcheva M.A. Development of non-alcoholic “kombucha” type fermented soft drink using local raw materials. *Novye tehnologii / New technologies*. 2025; 21(2):23-38. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-23-38>

**Введение.** Согласно Стратегии научно-технологического развития РФ до 2035 года, приоритетами являются эффективное хранение и переработка сельскохозяйственной продукции, а также создание безопасных и качественных продуктов питания. В рамках Национальной технологической инициативы выделен рынок «FoodNet», целью которого является формирование конкурентоспособной агропи-

щевой индустрии. Основные задачи включают сохранение и расширение сырьевой базы, повышение конкурентоспособности пищевой продукции и разработку новых продуктов с использованием традиционных сырьевых ресурсов [1, 2, 3, 4].

Современный потребитель заинтересован в качестве и полезных свойствах потребляемых продуктов питания, в том числе и напитков, которые имеют опреде-

ленный положительный эффект, выполняя несколько ключевых функций: гидратацию, энергетическую подпитку источника микронутриентов (витаминов, минералов, антиоксидантов), функциональное воздействие (на пищеварение, иммунитет, метаболизм) [5].

Напиток является функциональным, если он обогащен различными питательными веществами, эссенциальными соединениями (нутри-цевтиками), пробиотиками или пребиотиками, которые оказывают положительное влияние на организм человека и восполняют не менее 15 % от суточной потребности в тех или иных веществах. В настоящее время спрос на потребление таких напитков возрос [13, 14, 17].

**Целью данного исследования** является разработка научно обоснованных рецептов и усовершенствование технологии производства ферментированного напитка типа «комбуча» с использованием сырьевых ресурсов Краснодарского края, обеспечивающих повышение его функционально-технологических свойств, расширение ассортимента местной пищевой продукции и снижение себестоимости за счет оптимизации ресурсной базы.

В рамках исследования уделено внимание кинетике ферментативных преобразований при комбинировании традиционных и нетрадиционных компонентов, таких как чайные листья, плодово-ягодное сырье, характерные для агропромышленного комплекса региона; оптимизации параметров технологического процесса (температура, продолжительность ферментации, состав питательной среды), а также комплексной оценке качества готового продукта на базе физико-химических, микробиологических и органолептических показателей [8, 9, 10, 11].

Современная наука о питании уделяет все больше внимания функциональным продуктам, способным не только насыщать, но и оказывать положительное влияние на здоровье человека [4, 5]. Среди них особое место занимают ферментированные напитки, которые благодаря процессу микробной ферментации приобретают уни-

кальные свойства, отличающие их от традиционных напитков. Их роль в питании многогранна: они служат источником пробиотиков, биоактивных соединений, улучшают усвояемость питательных веществ и способствуют поддержанию баланса кишечной микробиоты.

Роль ферментации как биотехнологического процесса в питании получила научное обоснование в последние десятилетия. Под воздействием бактерий, дрожжей и грибов исходное сырье (молочные продукты, злаки, чай, фрукты) претерпевает биохимические изменения, в результате которых образуются органические кислоты, пептиды, витамины группы В, короткоцепочечные жирные кислоты и другие биологически активные вещества. Эти компоненты способствуют улучшению микробиоты кишечника, что, в свою очередь, влияет на иммунитет, когнитивные функции и даже эмоциональное состояние благодаря оси «кишечник–мозг».

Ферментированные напитки обладают повышенной усвояемостью по сравнению с исходным сырьем. Например, лактоза в молочных продуктах частично расщепляется в ходе ферментации, что делает их доступными для людей с лактазной недостаточностью. Антинутриенты (фитаты, танины), содержащиеся в злаках и чае, также разрушаются, повышая биодоступность минералов. Таким образом, ферментированные напитки не только обогащают рацион полезными микроорганизмами, но и оптимизируют усвоение питательных веществ [2, 3, 16].

В условиях санкций и импортозамещения российские производители все чаще обращаются к региональным ресурсам, чтобы создать конкурентоспособные продукты с низким экологическим следом.

Одним из новшеств современных тенденций переработки сырья является использование технологий переработки, снижающих факторы риска, таких как «Low/No/Reduced» и «Better-for-you». Данные направления предполагают щадящую обработку, что вызывает ассоциацию у потребителя «естественности» конечного

продукта. Такой подход стал более востребован, так как открывает уникальные возможности использования локального сырья, а также обусловлен глобальным трендом на здоровый образ жизни и устойчивое потребление [14, 17].

В контексте глобального тренда на устойчивое развитие и импортозамещение использование локального сырья в производстве ферментированных напитков, таких как комбуча, приобретает стратегическое значение. Потенциал рынка для внедрения комбучи представляется весьма значительным. На сегодняшний день комбуча воспринимается как натуральный и полезный напиток, что привлекает всё большее количество потребителей, особенно в крупных городах.

Краснодарский край, обладающий уникальными агроклиматическими условиями, предоставляет широкие возможности для интеграции региональных ресурсов в технологии пищевой промышленности. Внедрение местных ингредиентов, таких как малина, ежевика, травы и чайные культуры, выращиваемые в Краснодаре, не только обогащает рецептуры комбучи биоактивными компонентами, но и формирует конкурентные преимущества за счет снижения логистических издержек, повышения экологичности производства и создания уникального вкусоароматического профиля. Экономические преимущества локализации сырья включают сокращение углеродного следа за счет минимизации транспортировки и сохранения свежести сырья. Например, использование свежесобранного краснодарского плодово-ягодного сырья вместо замороженных импортных ягод позволяет избежать потерь питательных веществ при длительном хранении и снизить энергозатраты на логистику. Это согласуется с принципами циркулярной экономики, где отходы производства (например, жмых после экстракции сока) могут быть использованы для создания побочных продуктов, таких как пребиотические добавки или биокомпозиты.

Выбор ягодных компонентов для обогащения комбучи, производимой на основе

локального сырья, осуществлялся с учетом их биохимических, технологических и функциональных свойств, а также способности формировать сбалансированный органолептический профиль [15, 16, 17, 18].

**Методы исследования.** Для анализа растительного сырья (чайные листья, плоды малины, смородины красной, клубники) применялись стандартизированные методы: определение влажности проводилось гравиметрическим способом, содержание водорастворимых экстрактивных веществ – по ГОСТ Р ИСО 9768, а антиоксидантную активность оценивали спектрофотометрически с использованием реактива Фолина-Чокальтеу по ГОСТ Р 54037.

Исследование симбиотической культуры SCOBY предусматривало микроскопический анализ (окрашивание по Граму), выделение чистых культур на селективных средах (Сабуро для дрожжей, МПА для лактобактерий) и оценку кинетики роста методом турбидиметрии по ГОСТ 10444.11. Технологические параметры ферментации (рН, титруемая кислотность) контролировались электрометрическим методом по ГОСТ 26188 и титрованием по ГОСТ 32114.

Количественный анализ органических кислот (глюконовой, уксусной) выполнялся методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием ГОСТ 32771, содержание сахаров – рефрактометрически по ГОСТ 34128 а уровень этанола – согласно ГОСТ 6687.88. Микробиологическая безопасность продукта оценивалась по нормативам ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Органолептическая оценка (вкус, аромат, цвет, прозрачность) проводилась в соответствии с ГОСТ 31986, с привлечением аттестованной дегустационной комиссии, использующей 5-балльную шкалу.

**Результаты.** Среди рассмотренных вариантов – малина, красная смородина, черная смородина и клубника – приоритет был отдан малине (*Rubus idaeus*) как наиболее адаптированной для ферментативного процесса и обладающей уникальным сочетанием характеристик, критичных для созда-

ния функционального напитка. Выбор используемого сырья основывался на исключении риска образования метанола в процессе ферментации.

Содержание пектиновых веществ в ягодах (таблица 1), играет ключевую роль в процессе ферментации, так как пектин, гидролизуясь под действием ферментов, способен высвобождать метанол – побочный продукт, влияющий на качество и безопасность готового продукта.

Данные таблицы 1 демонстрируют различия в концентрации пектинов между культурами, что позволяет прогнозировать уровень образования метанола и корректировать технологические параметры для его минимизации.

Антиоксидантная активность плодово-ягодного сырья имеет ключевое значение для технологии приготовления комбучи, так как эти соединения не только нейтрализуют свободные радикалы, продлевая стабильность напитка, но и взаимодействуют с микробным консорциумом SCOBY, влияя на биохимические процессы ферментации. Высокое содержание антиоксидантов может способствовать усилению полезных свойств комбучи, защите от окисления

и формированию сложного вкусоароматического профиля. Количественное содержание антиоксидантов в плодово-ягодном сырье представлено в таблице 2.

Данные таблицы 2 позволяют выбрать оптимальное сырье для обогащения напитка, балансируя между антиоксидантным потенциалом и технологической целесообразностью его использования. Малина, в сравнении с аналогами, демонстрирует оптимальный баланс между биоактивным потенциалом и технологической совместимостью с SCOBY. Химический состав малины представлен в таблице 3.

Подготовка малины начинается с отбора спелых, неповрежденных плодов, соответствующих требованиям, с последующей их промывкой в проточной воде и обработкой 0,1 %-ным раствором лимонной кислоты для удаления остатков почвенной микрофлоры. Для минимизации риска микробной контаминации и инактивации эндогенных пектинметилэстераз, способных катализировать образование метанола, сырье подвергают кратковременной пастеризации при 85 °С на водяной бане в течение от 3 до 5 минут с последующим охлаждением до 25 °С.

**Таблица 1.** Количественное содержание пектиновых веществ в малине, красной смородине и клубнике

**Table 1.** Quantitative content of pectin substances in raspberries, red currants and strawberries

Вид сырья	Содержание пектиновых веществ, %
Малина	0,45-0,71
Клубника	1,0-1,7
Красная смородина	4,2-12,6

**Таблица 2.** Количественное содержание антиоксидантов в плодово-ягодном сырье

**Table 2.** Quantitative content of antioxidants in fruit and berry raw materials

Сырье	Общее содержание фенольных соединений, мг галловой кислоты/100г исходного сырья	Общее содержание флавоноидов, мг катехина /100г исходного сырья	Содержание антоцианов, мг цианидин-3-гликозида /100 г сырья	DPPH, E <sub>C50</sub> , мг/см <sup>3</sup>	FRAP, значение, моль Fe <sup>2+/1</sup> кг исходного сырья
Малина	146,00	129,00	154,47	8,40	16,38
Смородина красная	205,00	177,00	613,90	4,30	16,02
Клубника	83,00	73,00	105,80	1,80	15,12

Малиновый настой готовится путем экстракции пастеризованных ягод в деминерализованной воде (соотношение 1:5) при температуре от 70 до 75°C в течение 20 минут, что обеспечивает эффективное извлечение водорастворимых компонентов – антоцианов, эллаговой кислоты и фруктозы – без деградации термолабильных соединений. Полученный экстракт отделяют путем центрифугирования в течение 20 минут для удаления взвешенных частиц и пектиновых осадков, которые могут нарушить газообмен в процессе ферментации и создать благоприятные условия для развития нежелательной микрофлоры. Фильтрация также способствует улучшению прозрачности напитка и стабилизации его коллоидной системы.

Фильтрация малинового экстракта методом центрифугирования критически важна для минимизации рисков, связанных с вторичной ферментацией. Малина содержит высокую концентрацию пектиновых веществ и мелкодисперсной мякоти, которые, оставаясь в сусле, выступают:

– катализаторами пенообразования: частицы создают поверхности для агрегации CO<sub>2</sub>, усиливая пену, что повышает давле-

ние в таре и риск взрыва бутылок в процессе вторичной ферментации;

– источником неконтролируемой газообразующей активности: остаточные сахара и полисахариды в мякоти провоцируют избыточное брожение, нарушая баланс кислотности и карбонизации.

Центрифугирование удаляет взвешенные частицы, снижая плотность питательной среды для дрожжей и бактерий. Это стабилизирует процесс ферментации, предотвращает переокисление и обеспечивает предсказуемую карбонизацию. Дополнительно очистка экстракта улучшает органолептические свойства напитка, устраняя мутность и грубые текстуры, характерные для нефилтрованных ягодных добавок.

Для исследования влияния концентрации малинового настоя на кинетику биохимических процессов вторичной ферментации комбучи была разработана экспериментальная схема. Исходное сусло готовили на основе зеленого чая Краснодарский с жасмином (экстракция при 75 °C, 15 мин, концентрация гидромодуль 1:10) с добавлением гречишного меда (10 % от массы).

**Таблица 3. Химический состав малины**  
**Table 3. Chemical composition of raspberries**

Наименование показателя	Содержание
Вода, г	
Белки, г	1,20
Жиры, г	0,70
Углеводы, г	11,90
Клетчатка, г	6,50
Пектин, г	0,45
Зола, г	0,46
Витамины, мг/100 г	
С	26,20
В-каротин	0,03
Е	0,90
Минеральные вещества, мг/100 г	
Натрий	1,00
Калий	151,00
Кальций	25,00
Магний	22,00
Фосфор	29,00
Железо	0,70

Параллельно готовили малиновый настой: свежую малину гомогенизировали с добавлением воды (гидромодуль 1:5), центрифугировали (20 мин, 4000 об/мин) для удаления пектиновой взвеси, затем фильтрат стерилизовали (85 °С, 5 мин). Полученный настой вносили в сусло в концентрациях 5, 10, 15, 20, 25 и 30 % от объема, после чего разливали в бутельные бутылки объем 500 мл с добавлением симбиотической культуры SCOBY (5% от объема). Ферментацию проводили при температуре от 24 до 26 °С в течение 5 суток, ежедневно отбирая пробы для анализа.

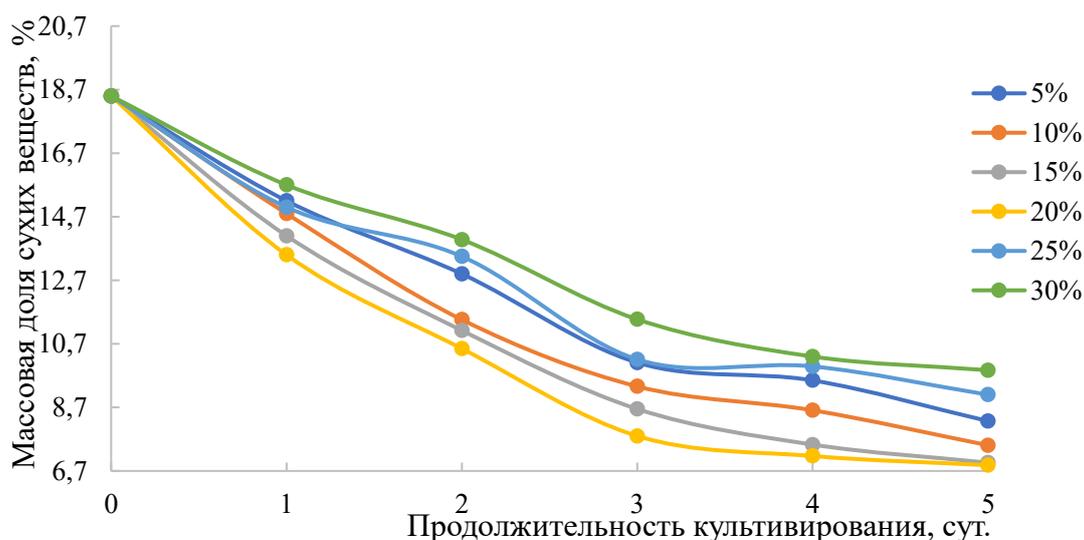
Динамика убыли сухих веществ демонстрирует зависимость между концентрацией малинового настоя и активностью микроорганизмов. При 5–15% малины скорость

убыли сухих веществ линейно возрастала с 8,2 до 11,5% за 5 суток, что связано с увеличением доступности фруктозы и глюкозы из меда и малины. Максимальная активность зафиксирована в образце с 20% малины – снижение с 18,5 до 6,8 ( $\Delta = 63,2\%$ ), тогда как при 25 % и 30% наблюдалось замедление метаболизма ( $\Delta = 51 - 47\%$ ) из-за ингибирования дрожжей высоким содержанием органических кислот малины (яблочная, лимонная). Динамика убыли сухих веществ в образцах представлена в таблице 4 и на рисунке 1.

Убыль редуцирующих сахаров, определенная методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, подтвердила, что оптимальная концентрация малинового настоя (20 %) обеспечивает сбалансированное потребление глюкозы и фруктозы.

**Таблица 4.** Динамика убыли сухих веществ в процессе вторичной ферментации  
**Table 4.** Dynamics of dry matter loss during secondary fermentation

Концентрация малины, %	Массовая доля сухих веществ, %					
	Исходное значение	1 сутки	2 сутки	3 сутки	4 сутки	5 сутки
5	18,50	15,20	12,90	10,11	9,55	8,27
10	18,50	14,80	11,46	9,36	8,61	7,51
15	18,50	14,10	11,12	8,65	7,53	6,96
20	18,50	13,50	10,55	7,80	7,17	6,88
25	18,50	15,00	13,45	10,21	9,99	9,10
30	18,50	15,70	13,98	11,47	10,30	9,87



**Рис. 1.** Динамика убыли сухих веществ  
**Fig. 1.** Dynamics of dry matter loss

К пятым суткам в данном образце остаточное содержание сахаров составило 4,2 г/100 мл, при этом доля фруктозы 2,1 г/100 мл превышала глюкозу (1,8 г/100 мл) за счет её медленной утилизации *Saccharomyces cerevisiae*. В вариантах с 25 % и 30% малины накопление кислот снижало активность дрожжей, что привело к остаточным 7,5–8,9 г/100 мл сахаров. Количество остаточной концентрации редуцирующих сахаров на пятые сутки представлена в таблице 5.

Титруемая кислотность, представленная в таблице 6, определяемая титрованием 0,1 н NaOH, увеличивалась пропорционально доле малинового настоя. Однако при 20 % малины кислотность достигла оптимальных значений (8,2 г/л) для комбучи, сочетая мягкий вкус и стабильность продукта. В образцах с 25 % 30 % кислотность превышала 10 г/л, что провоцировало дисбаланс микробиоты и появление резкого уксусного тона.

Профилограмма органолептических характеристик образцов комбучи, приготовленных методом вторичной ферментации, представлены на рисунке 2.

Наилучшие органолептические характеристики комбучи имел образец, содержащий 20 % настоя малины.

Характеристики комбучи, ферментированной с малиной и жасмином в условиях вторичной ферментации, демонстрируют значительное усложнение сенсорного профиля по сравнению с классической технологией (первичной ферментацией).

Визуально напиток отличается прозрачностью с легкой опалесценцией, обусловленной микродозами антоцианов малины, стабилизированных в коллоидной системе, и нежной розоватой тональностью, что коррелирует с содержанием пигментов.

Ароматический букет сочетает доминанты цветочно-медовых нот жасмина (линалол, бензилбензоат) с ягодными тонами малины ( $\alpha$ -ионон, диацетил), которые формируются за счет летучих соединений, высвобождаемых при анаэробной ферментации в бугельных бутылках.

Интенсивность аромата (по 5-балльной шкале) достигает 4,9 балла, что на 23% выше, чем при первичной ферментации, благодаря сохранению термолабильных терпенов жасмина и эфиров малины, частично деградирующих при длительном контакте с кислородом на первом этапе.

Вкусовой профиль характеризуется сбалансированным соотношением кислотности, сладости и горьковатых тонов чая.

**Таблица 5.** Остаточное содержание редуцирующих сахаров на пятые сутки

**Table 5.** Residual content of reducing sugars on the fifth day

Концентрация малины, %	Остаточное содержание сахаров, г/100 мл, на 5-е сутки		
	глюкоза	фруктоза	сахароза
5	2,51	3,15	0,45
10	2,16	2,86	0,36
15	1,91	2,33	0,22
20	1,80	2,12	0,15
25	3,22	4,16	0,64
30	3,89	4,75	0,79

**Таблица 6.** Массовая концентрация титруемых кислот на 5-е сутки

**Table 6.** Mass concentration of titratable acids on the 5th day

Концентрация малины, %	Титруемая кислотность, г/л на 5-е сутки
5	6,12
10	7,00
15	7,81
20	8,25
25	9,80
30	10,55

Карбонизация, индуцированная вторичной ферментацией, усиливает восприятие свежести, маскируя остаточную терпкость полифенолов жасминового чая, а CO<sub>2</sub> создает «игристый» эффект, повышающий сенсорную привлекательность.

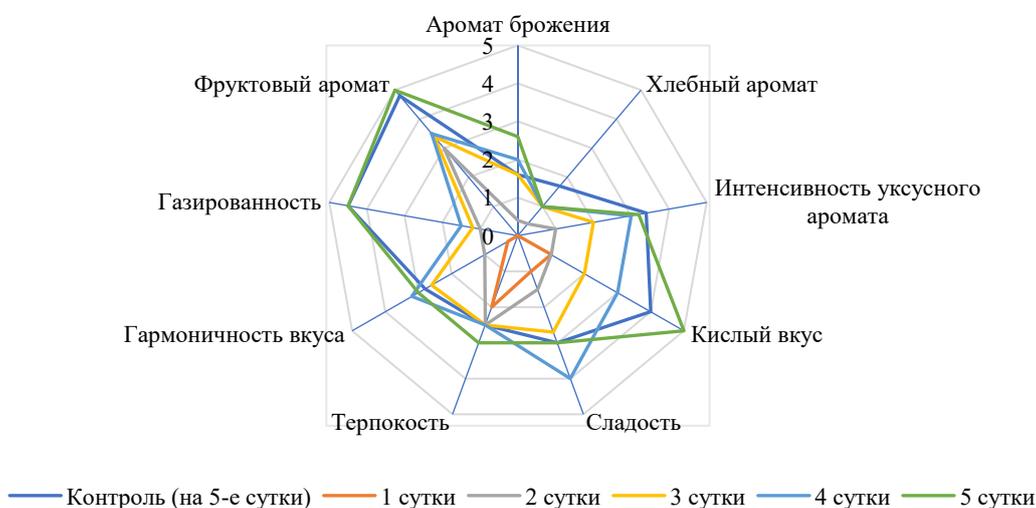
Послевкусие сохраняет фруктово-цветочные ноты с легкой минеральностью, обусловленной ионами калия и магния из гречишного меда.

Антиоксидантная активность комбучи, определенная методом DPPH, демонстрирует значительные различия в зависимости от стадии ферментации и технологии введения сырья [15, 16, 18, 19, 20]. В исследовании сравнивали два образца комбучи, имеющих наивысшие характеристики – образец комбучи, приготовленный методом первичной ферментации с концентрацией малинового настоя 25 % (Образец 1) и образец, приготовленный методом вторичной ферментации и содержащий 20 % настоя (Образец 2).

Результаты исследования представлены в таблице 7.

Основными источниками антиоксидантной активности в первичной ферментации являются полифенолы зеленого чая (катехины, галловая кислота) – их концентрация возрастает за счет ферментативного гидролиза сложных форм в биодоступные, а также меланоидины – продукты реакции Майяра между сахарами меда и аминокислотами чая, образующиеся при длительной ферментации [6, 7, 11, 12].

К факторам, снижающим антиоксидантную активность в процессе вторичной ферментации, можно отнести деградацию антоцианов малины, окисление фенолов; то есть взаимодействие полифенолов чая с фруктозой меда в условиях вторичной ферментации приводит к образованию менее активных хинонов, а также активный микробный метаболизм в анаэробных условиях, так как бактерии *Acetobacter* утилизируют часть антиоксидантов (например, галловую кислоту) как субстрат для синтеза уксусной кислоты.



**Рис. 2.** Профилограмма органолептических показателей комбучи  
**Fig. 2.** Profilogram of organoleptic indicators of kombuch

**Таблица 7.** Антиоксидантная активность  
**Table 7.** Antioxidant activity

№ Образца	Антиоксидантная активность, % ингибирования
Образец 1	75,4 ± 2,1
Образец 2	65,2 ± 1,6

Сравнительный анализ двух методов ферментации показал, что первичное введение малинового настоя обеспечивает более высокое содержание кислот и антиоксидантную активность, что связано с пролонгированным взаимодействием полифенолов малины с метаболитами SCOBY.

В то же время вторичное введение позволяет добиться более выраженного вкусоароматического профиля.

Для объединения преимуществ обоих методов предложена комбинированная схема: на этапе первичной ферментации вводится 15 % малинового экстракта для стимуляции синтеза органических кислот, а на этапе вторичной – дополнительно 10 % малинового пюре, центрифугированного 20 минут и стабилизированного аскорбиновой кислотой (0,01 %), что усиливает ароматический букет без риска повторной контаминации.

Оптимизация параметров ферментации включала регулирование температуры от 24 до 28 °С, продолжительности этапов (первичная – 3 суток, вторичная – 5 суток) и доли малинового компонента. Установлено, что повышение температуры выше 26 °С на первичном этапе ускоряет метаболизм дрожжей, но снижает стабильность антоцианов, тогда как увеличение доли малинового экстракта свыше 25 % приводит к избыточной вязкости субстрата и замедлению диффузии кислорода, критичной для аэробных бактерий.

Таким образом, разработанная схема ферментации с комбинированным введением малинового сырья демонстрирует технологическую эффективность, позволяя гармонизировать биохимические и сенсорные характеристики комбучи. Использование фильтрованного настоя на первичном этапе и сока на вторичном этапе минимизирует риски образования метанола.

По результатам исследования была разработана рецептура напитка типа комбуча с малиной и жасмином (табл. 8), а также были определены показатели органолептической и физико-химической оценки напитка.

Органолептические и физико-химические показатели разработанного напитка типа комбуча с малиной и жасмином, полученного комбинированным методом ферментации, были оценены в соответствии с требованиями технических регламентов (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 029/2012) и стандартами для безалкогольных ферментированных напитков. В таблице 9 приведены органолептические показатели комбучи, приготовленной комбинированным методом в сравнении с покупным контрольным образцом (комбуча на вишне, ИП «Шиллер»).

Определены физико-химические показатели готового напитка типа комбуча с малиной и жасмином в сравнении с нормируемыми показателями (табл. 10).

Определены микробиологические показатели готового напитка и комбучи спустя 30 суток хранения (табл. 11).

**Таблица 8.** Рецептура комбучи с малиной и жасмином  
**Table 8.** Recipe for kombucha with raspberry and jasmine

Комбуча с малиной и жасмином	брутто	нетто
Для сула:		
Чай зеленый листовый с жасмином	8,00	8,00
Вода	850,00	850,00
Мед гречишный	100,00	100,00
Для настоя из малины:		
Малина свежая	36,00	35,00
Вода	125,00	125,00
Закваска SCOBY	50,00	50,00
Для повторной ферментации:		
Малина свежая	100,00	100,00
Вода	5,00	5,00
Аскорбиновая кислота	0,01	0,01
Выход	-	1000

**Таблица 9.** Органолептические показатели комбучи в сравнении с контролем  
**Table 9.** Organoleptic characteristics of kombucha compared to control sample

Наименование показателя	Характеристика показателя	
	Комбуча с малиной и жасмином	Комбуча «Вишня»
Внешний вид	Прозрачная жидкость с легкой опалесценцией, без дрожжевых нитей и примесей	Прозрачная жидкость со следами дрожжевых нитей
Цвет	С устойчивым розоватым оттенком соответствующим цветовому эталону	С устойчивым бледно-розовым оттенком
Вкус	Вкус сбалансированный, плотный: кисловато-сладкий с умеренной терпкостью и игристой текстурой. Присутствуют цветочные ноты и оттенки гречишного меда	Кисло-сладкий, слегка уксусный
Аромат	Свойственный малине, слегка цветочный, без выраженных оттенков брожения	Выраженного брожения, слегка уксусный
Газированность	Равномерная, не сильная, приятная	При открытии бутылки интенсивная, далее – слабая

**Таблица 10.** Физико-химические показатели готовой комбучи  
**Table 10.** Physicochemical properties of finished kombucha

Показатель	Норматив	Нормативный документ	Фактическое значение	Метод определения
pH	-	ГОСТ 6687.4	3.0-3.2	
Остаточные сахара, г/100г	-	ГОСТ Р 58851	4,0-4,2	Рефрактометрия
Полифенолы, мг/л		не нормируется	150,00	Спектрофотометрический анализ
Этиловый спирт	≤1,2 %	ГОСТ 34792	0,67	Газожидкостная хроматография или ареометр

**Таблица 11.** Микробиологические показатели комбучи  
**Table 11.** Microbiological indicators of kombucha

Показатель	Норматив	Ссылка на НД	Фактическое значение готовой комбучи	Спустя 30 суток хранения
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, см <sup>3</sup> , не более	10	ТР ТС 021/2011	5±3	7±3
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП), не допускаются в массе продукта, г/см <sup>3</sup>	100		не обнаружено	не обнаружено
Дрожжи и плесени (в сумме), КОЕ/см <sup>3</sup> , не допускаются	100		62±9	30±9

Расчет пищевой ценности напитка типа комбуча с малиной и жасмином представлен в таблице 12.

Разработанный напиток «Комбуча» с малиной и жасмином соответствует установленным нормативам по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим по-

казателям. Предложенный комбинированный способ приготовления ферментированного напитка типа комбуча с малиной и жасмином позволяет расширить ассортимент, повысить качество комбучи за счет улучшения его органолептических и физико-химических показателей, сохранить полезные свойства комбучи.

**Таблица 12.** Пищевая ценность готового напитка типа комбуча  
**Table 12.** Nutritional value of ready-made kombucha-type drink

Наименование показателя	Содержание на 100 г
Белки, г	2,60
Жиры, г	0,00
Углеводы, г:	4,20
Органические кислоты, г	0,82
Витамины и микроэлементы:	
Витамин С, мг	2,50
Калий, мг	12,00
Магний, мг	25,00
Полифенолы, мг	150,00
Энергетическая ценность, ккал	23,00

**Заключение.** Отличительной особенностью разработанного напитка «Комбуча» с малиной и жасмином является сбалансированный кислотно-сахарный профиль, высокая антиоксидантная активность (78,3 % ингибирования DPPH) и низкая калорийность (23 ккал/ 100 г). Наличие антоцианов (2,8 мг/100 мл) и полифенолов (150 мг/л) позволяет позиционировать продукт как функцио-

нальный, направленный на поддержание метаболического здоровья.

Комбинированная технология ферментации обеспечивает стабильность показателей при хранении (30 суток, от 2 до 4 °С) и соответствие требованиям безопасности. Полученные данные подтверждают перспективность внедрения рецептуры в производство.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антибактериальный потенциал и перспективы использования чайного гриба / Е.В. Алиева [и др.] // Ульяновский медико-биологический журнал. 2018. № 4. С. 166-171.
2. Волчанская А.А. Чайный гриб как основа получения в промышленности функциональных напитков // Инновационные наукоемкие технологии: материалы VI Международной научно-практической конференции (Тула, 27 июня 2019 г.) / под общ. ред. В.М. Панарина. Тула: Инновационные технологии, 2019. С. 9-11.
3. Вечтомова Е.А. Теоретическое обоснование и разработка рецептурного состава напитков для профилактического питания с использованием биологически активных соединений (часть 1) / Е.А. Вечтомова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2020. № 2 (155). С. 155-161.

4. Джум Т.А., Сидорчева М.А. Здоровое питание и фермерские продукты – тренд ресторанных технологий // Пищевые добавки: материалы Международной научно-практической конференции преподавателей и молодых ученых (Донецк, 30 нояб. 2023 г.). Донецк: Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, 2023. С. 112-114.
5. Джум Т.А., Тамова М.Ю. Инновации в индустрии питания: учеб. пособие. Краснодар: КубГТУ, 2023.
6. Джум Т.А., Дунец Е.Г. Физико-химические основы технологии продуктов общественного питания: учебное пособие. Краснодар: КубГТУ; ПринтТерра, 2023. 181 с.
7. Донченко Л.В. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания. М.: Пищепромиздат, 2017. 352 с.
8. Жумабекова Б.К., Жумабекова К.А. Влияние чайного гриба на микробиоценоз толстого кишечника // Вестник Карагандинского университета. Серия: Биология. Медицина. География. 2016. Т. 83, № 3. С. 16-23.
9. Кондратьева С.А. Чайный гриб и его химико-биологические особенности // Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительной отрасли: сборник научных трудов X Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов: в 3-х т. (Макеевка, 19 апр. 2024 г.). Макеевка: Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 2024. С. 418-423.
10. Любенкова А.О., Черненко А.А. Сравнение напитка комбуча и её свойств с другими растительными напитками // Информационные технологии, энергетика и экономика: материалы XVIII Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов: в 3-х т. Т. 2 (Смоленск, 22-23 апр. 2021 г.). Смоленск: Универсум, 2021. С. 312-315.
11. Ломакина Ю.А. Совершенствование технологии напитка брожения на основе чайного гриба с добавлением плодово-ягодного сырья // Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и инженерии: сборник материалов Международной научно-практической конференции (Оренбург, 21 июня 2023 г.). Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. С. 46-50.
12. Могильный М.П., Шленская Т.В., Лежина Е.А. Контроль качества продукции общественного питания: учебник. М.: ДеЛи плюс, 2016.
13. Прокопов М.А. Управление качеством производства напитка комбуча // Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности: сборник научных статей XI Международной научной конференции (Волгоград, 18-19 нояб. 2021 г.). Ч. 1. Волгоград: КОНВЕРТ, 2021. С. 66-68.
14. Рожнов Е.Д. Рынок foodtech в России: состояние и перспективы развития // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева, посвященной 60-летию ТИУ: сборник статей конференции: в 3-х т. (Тюмень, 21-23 нояб. 2024 г.). Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2025. С. 122-124.
15. Сидорчева М.А., Журавлев Р.А. Обоснование использования напитка «комбуча» в качестве напитка функционального назначения // Проспект свободный – 2024: материалы XX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Красноярск, 18 апр. 2024 г.). Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2024. С. 105-107.
16. Сидорчева М.А., Журавлев Р.А. Перспективы использования ферментированного напитка из чая в технологии продуктов функционального назначения // Будущее науки: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества: сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции: в 3-х т. (Курск, 30 мая 2023 г.). Т. 3. Курск: Университетская книга, 2023. С. 43-46.

17. Сидорчева М.А., Журавлев Р.А. Исследование российского рынка ферментированных напитков на основе симбиотической культуры бактерий и дрожжей // Проспект свободный – 2024: материалы XX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Красноярск, 18 апр. 2024 г.). Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2024. С. 108-110.

18. Чертова Ю.В., Рожнов Е.Д., Школьникова М.Н. Классификационные признаки слабоалкогольных напитков брожения // Проблемы, перспективы биотехнологии и биологических исследований: материалы VIII Региональной конференции студентов младших курсов (Бийск, 18 нояб. 2017 г.). Бийск: АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2018. С. 141-143.

19. Ivannikova N.V., Antimonova O.N. The use of starter cultures of fermented products - kombucha tea mushroom and pickled cabbage brine in bread production // Механика и технологии. 2023. No. 4(82). P. 60-66.

20. Ngoma El-Sylvanie I., Mabiala G. Some theoretical aspects of the ecosystems of kombucha fermentation processes // Цифровой контент социального и экосистемного развития экономики: сборник трудов III Международной научно-практической конференции (Симферополь, 10 нояб. 2023 г.). Симферополь: Ариал, 2023. P. 444-446.

## REFERENCES

1. Antibacterial potential and prospects for the use of kombucha / E.V. Alieva [et al.] // Ulyanovsk Medical and Biological Journal. 2018. No. 4. P. 166-171. [In Russ.]

2. Volchanskaya A.A. Kombucha as a basis for obtaining functional drinks in industry // Innovative science-intensive technologies: materials of the VI International scientific and practical conference (Tula, June 27, 2019) / edited by V.M. Panarin. Tula: Innovative technologies, 2019. P. 9-11. [In Russ.]

3. Vechtomova E.A. Theoretical substantiation and development of the recipe composition of drinks for preventive nutrition using biologically active compounds (part 1) / E.A. Vechtomova [et al.] // Bulletin of KrasSAU. 2020. No. 2 (155). P. 155-161. [In Russ.]

4. Dzhum T.A., Sidorcheva M.A. Healthy nutrition and farm products - a trend in restaurant technologies // Food additives: materials of the International scientific and practical conference of teachers and young scientists (Donetsk, November 30, 2023). Donetsk: Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, 2023. P. 112-114. [In Russ.]

5. Dzhum T.A., Tamova M.Yu. Innovations in the food industry: a textbook. Krasnodar: KubSTU, 2023. [In Russ.]

6. Dzhum T.A., Dunets E.G. Physicochemical foundations of catering technology: a textbook. Krasnodar: KubSTU; PrintTerra, 2023. 181 p. [In Russ.]

7. Donchenko L.V. Safety of food raw materials and food products. Moscow: Pishchepromizdat, 2017. 352 p. [In Russ.]

8. Zhumabekova B.K., Zhumabekova K.A. The effect of Kombucha on the microbiocenosis of the large intestine // Bulletin of Karaganda University. Series: Biology. Medicine. Geography. 2016. Vol. 83, No. 3. P. 16-23. [In Russ.]

9. Kondratieva S.A. Kombucha and its chemical and biological features // Scientific and technical achievements of students, graduate students, young scientists in the construction and architectural industry: collection of scientific papers of the X Republican Conference of Young Scientists, Graduate Students, Students: in 3 volumes (Makeyevka, April 19, 2024). Makeyevka: Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 2024. P. 418-423. [In Russ.]

10. Lyubenkova A.O., Chernenkova A.A. Comparison of the drink kombucha and its properties with other herbal drinks // Information technology, energy and economics: materials of the XVIII International scientific and technical conference of students and postgraduates: in

3 volumes. Vol. 2 (Smolensk, April 22-23, 2021). Smolensk: Universum, 2021. P. 312-315. [In Russ.]

11. Lomakina Yu.A. Improving the technology of a fermented drink based on kombucha with the addition of fruit and berry raw materials // Actual problems of applied biotechnology and engineering: collection of materials of the International scientific and practical conference (Orenburg, June 21, 2023). Orenburg: Orenburg State University, 2023. P. 46-50. [In Russ.]

12. Mogilny M.P., Shlenskaya T.V., Lezhina E.A. Quality control of catering products: a textbook. Moscow: DeLi plus, 2016. [In Russ.]

13. Prokopov M.A. Quality management of kombucha drink production // Innovative technologies, economics and management in industry: collection of scientific articles from the XI International Scientific Conference (Volgograd, November 18-19, 2021). Part 1. Volgograd: CONVERT, 2021. P. 66-68. [In Russ.]

14. Rozhnov E.D. Foodtech market in Russia: state and development prospects // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference named after D.I. Mendeleev, dedicated to the 60th anniversary of Tyumen Industrial University: conference papers collection: in 3 volumes (Tyumen, November 21-23, 2024). Tyumen: Tyumen Industrial University, 2025. P. 122-124. [In Russ.]

15. Sidortcheva M.A., Zhuravlev R.A. Justification for the use of kombucha as a functional drink // Free prospect - 2024: materials of the XX International conference of students, graduate students and young scientists (Krasnoyarsk, April 18, 2024). Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2024. P. 105-107. [In Russ.]

16. Sidortcheva M.A., Zhuravlev R.A. Prospects for the use of fermented tea drink in the technology of functional products // The Future of Science: Young Scientists' View of the Innovative Development of Society: Collection of Scientific Articles from the All-Russian Youth Scientific Conference: in 3 volumes (Kursk, May 30, 2023). Vol. 3. Kursk: University Book, 2023. P. 43-46. [In Russ.]

17. Sidortcheva M.A., Zhuravlev R.A. Research of the Russian market of fermented drinks based on a symbiotic culture of bacteria and yeast // Free Avenue - 2024: Proceedings of the XX International Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists (Krasnoyarsk, April 18, 2024). Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2024. P. 108-110. [In Russ.]

18. Chertova Yu.V., Rozhnov E.D., Shkolnikova M.N. Classification features of low-alcohol fermented beverages // Problems and prospects of biotechnology and biological research: materials of the VIII Regional conference of junior students (Biysk, November 18, 2017). Biysk: Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 2018. P. 141-143. [In Russ.]

19. Ivannikova N.V., Antimonova O.N. The use of starter cultures of fermented products - kombucha tea mushroom and pickled cabbage brine in bread production // Mechanics and technology. 2023. No. 4(82). P. 60-66.

20. Ngoma El-Sylvanie I., Mabilia G. Some theoretical aspects of the ecosystems of kombucha fermentation processes // Digital content of social and ecosystem development of the economy: proceedings of the III International scientific and practical conference (Simferopol, November 10, 2023). Simferopol: Arial, 2023. P. 444-446.

### Информация об авторах / Information about the authors

**Журавлев Ростислав Андреевич**, доцент кафедры общественного питания и сервиса, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»; 350072, Российская Федерация г. Краснодар, ул. Московская, 2, ORCID: <https://orcid.org/0000-2701-734X>, e-mail: [irostx@gmail.com](mailto:irostx@gmail.com)

**Тамова Майя Юрьевна**, заведующая кафедрой общественного питания и сервиса, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»; 350072, Российская Федерация г. Краснодар, ул. Московская, 2, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0710-8279>, e-mail: [tamova\\_maya@mail.ru](mailto:tamova_maya@mail.ru)

**Джум Татьяна Александровна**, доцент кафедры общественного питания и сервиса, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»; 350072, Российская Федерация г. Краснодар, ул. Московская, 2, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4025-326X>, e-mail: [tatalex7@mail.ru](mailto:tatalex7@mail.ru)

**Сидорчева Мария Андреевна**, бакалавр группы 21-ПБ-ТО1, направление подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, Россия, e-mail: [sidorcheva.m@yandex.ru](mailto:sidorcheva.m@yandex.ru)

**Rostislav A. Zhuravlev**, PhD (Eng.), Associate Professor, the Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Moskovskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-2701-734X>, e-mail: [irostx@gmail.com](mailto:irostx@gmail.com)

**Maya Y. Tamova**, Dr Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Moskovskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0710-8279>, e-mail: [tamova\\_maya@mail.ru](mailto:tamova_maya@mail.ru)

**Tatiana A. Dzhum**, PhD (Eng.), Associate Professor, the Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Moskovskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4025-326X>, e-mail: [tatalex7@mail.ru](mailto:tatalex7@mail.ru)

**Maria A. Sidorcheva**, Bachelor, Group 21-PB-TO1, Field of study 19.03.04 Technology of products and organization of public catering, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, e-mail: [sidorcheva.m@yandex.ru](mailto:sidorcheva.m@yandex.ru)

#### **Заявленный вклад авторов**

Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

#### **Claimed contribution of the co-authors**

All authors of the research were directly involved in the planning, execution and analysis of the research. All authors of the article have read and approved the final version submitted.

Поступила в редакцию 16.04.2025  
Поступила после рецензирования 18.05.2025  
Принята к публикации 19.05.2025

Received 16.04.2025  
Revised 18.05.2025  
Accepted 19.05.2025

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-39-50>

УДК 637.54:54:598.51:615.076



## Микробиологическая оценка качества и безопасности мяса черного африканского страуса в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 СанПиН 2.3.2.1078-01

С.С. Патеев✉, Ю.А. Чернета

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный технический университет»,  
г. Астрахань, Российская Федерация,  
✉salih.bik@yandex.ru*

**Аннотация. Введение.** Статья посвящена микробиологической оценке качества и безопасности мяса черного африканского страуса. **Цель исследования** заключалась в проведении комплексного анализа микробиологических показателей мяса с целью подтверждения его соответствия санитарным нормам и обеспечения безопасности для потребителей. Исследование включало определение общего микробного числа (КМАФАнМ), выявление бактерий группы кишечной палочки (БГКП), а также анализ на присутствие патогенных микроорганизмов, таких как *Salmonella* и *Staphylococcus aureus*. **Методы исследования** включали определение общего количества микроорганизмов (КМАФАнМ) в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3.2.1078-01, анализ на бактерии группы кишечной палочки (БГКП) с инокуляцией среды Кесслера и пересевом на среду Эндо, выявление *Salmonella* с использованием буферной пептонной воды, RVS-бульона, МКТ-бульона и пересевом на среды XLD и Эндо, а также определение *Staphylococcus aureus* с использованием солевого бульона и пересевом на солевой агар для микроскопирования колоний. **Результаты исследования** показали, что все проверенные образцы мяса страуса соответствуют нормам безопасности и не содержат опасных уровней микроорганизмов. Отсутствие патогенных микроорганизмов и соответствие другим микробиологическим показателям подтверждает высокое качество мяса и его пригодность для использования в производстве пищевых продуктов. **Заключение исследования** состоит в том, что мясо черного африканского страуса отвечает современным стандартам безопасности пищевой продукции и может быть использовано для разработки функциональных и диетических продуктов питания. Это также подчеркивает необходимость дальнейших исследований и продвижения мяса страуса как безопасного и полезного продукта на рынке.

**Ключевые слова:** черный африканский страус, микробиологический анализ, КМАФАнМ, бактерии группы кишечной палочки, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, безопасность мяса

**Для цитирования:** Патеев С.С., Чернета Ю.А. Микробиологическая оценка качества и безопасности мяса черного африканского страуса в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3.2.1078-01. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):39-50. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-39-50>

## Microbiological assessment of the quality and safety of black African ostrich meat in accordance with the requirements of TR CU 021/2011 SanPiN 2.3.2.1078-01 S.S. Pateev✉, Yu.N. Cherneta

*Astrakhan State Technical University, Astrakhan, the Russian Federation,  
✉salih.bik@yandex.ru*

© С.С. Патеев, Ю.А. Чернета, 2025

**Abstract. Introduction.** Microbiological assessment of the quality and safety of black African ostrich meat has been conducted. **The goal of the research** is to analyze the microbiological parameters of meat in order to confirm its compliance with sanitary standards and ensure safety for consumers. The study includes the determination of the total microbial count (QMAFAnM), the detection of coliform bacteria (CGB), and an analysis for the presence of pathogenic microorganisms such as Salmonella and Staphylococcus aureus. **The research methods** included determination of the total number of microorganisms (QMAFAnM) in accordance with the requirements of TR CU 021/2011 and SanPiN 2.3.2.1078-01, analysis for coliform bacteria (CGB) with inoculation of Kessler medium and subculture onto Endo medium, detection of Salmonella using buffered peptone water, RVS broth, MKT broth and subculture onto XLD and Endo media, as well as determination of Staphylococcus aureus using salt broth and subculture onto salt agar for microscopic examination of colonies. **The research results** have shown that all tested ostrich meat samples comply with safety standards and do not contain hazardous levels of microorganisms. The absence of pathogenic microorganisms and compliance with other microbiological indicators confirms the high quality of the meat and its suitability for use in food production. It has been concluded that black African ostrich meat meets modern food safety standards and can be used to develop functional and dietary food products. This also highlights the need for further research and promotion of ostrich meat as a safe and healthy product on the market.

**Keywords:** black African ostrich, microbiological analysis, QMAFAnM, coliform bacteria, Salmonella, Staphylococcus aureus, meat safety

**For citation:** Pateev S.S., Cherneta Yu.A. Microbiological assessment of the quality and safety of black African ostrich meat in accordance with the requirements of TR CU 021/2011 SanPiN 2.3.2.1078-01. *Novye tehnologii/New technologies*. 2025; 21(2):39-50. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-39-50>

**Введение.** Мясо черного африканского страуса (*Struthio camelus*) привлекает внимание исследователей благодаря своим пищевым и диетическим характеристикам. Оно отличается низким содержанием внутримышечного жира, содержит полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), отличается низким соотношением Омега-6 к Омега-3 жирным кислотам, что делает его подходящим для людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями [7, с. 92]. Кроме того, мясо страуса содержит 2,32 - 4,02 мг/100 г железа и 2,02 - 4,30 мг/100 г цинка, что превосходит показатели многих других видов мяса, включая курицу и индейку [8, с. 3465]. Высокие уровни витаминов группы В, в частности В6 (0,225 мг/100 г) и В12 (12,5 мкг/100 г), делают его полезным компонентом в рационе людей с анемией и заболеваниями, связанными с дефицитом этих элементов [7, с. 93].

Мясо страуса обладает низкой калорийностью (98,5 ккал/100 г) и содержит холестерин в пределах 30,4 - 37,8 мг/100 г, что делает его допустимым для включения в диету при профилактике сердечно-сосудистых заболеваний и метаболических нарушений, таких как диабет [9, с. 2].

Кроме того, мясо страуса характеризуется высоким содержанием витамина Е, 9,1 мг/100 г.

В органолептическом плане мясо похоже на постную говядину, имеет темно-красный цвет и плотную текстуру, что повышает его потребительские свойства [8, с. 3465].

Промышленное выращивание страусов не требует использования антибиотиков и гормональных добавок, что соответствует современным стандартам натуральности и экологичности продуктов питания [7, с. 94].

Согласно данным исследования, проведенного Гийосом Абдикохоровым и его коллегами из Южно-Уральского государственного университета (Гийос Абдикохоров, Наталья А. Шкаева, Наталья П. Шепелева и др.), сравнение характеристик мяса черного африканского страуса с курицей и индейкой демонстрирует значительные различия в ключевых показателях пищевой ценности [9, с. 3466], что видно из данных таблицы 1.

В дополнительном исследовании, проведенном в 2020 году также на базе Южно-Уральского государственного университета, мяса страуса сравнивается с дополнительными видами традиционного сырья (табл. 2), [9, с. 3].

На основании вышеизложенного авторы исследования выявили потребность в микробиологической оценке качества и безопасности образцов мяса черного африканского страуса для последующей проработки способов использования данного вида сырья при разработке рецептур пищевой продукции.

**Гипотеза.** Мясо черного африканского страуса соответствует санитарно-гигиеническим требованиям по микробиологическим показателям, что делает его безопасным для употребления и перспективным продуктом для использования в пищевой промышленности.

**Таблица 1.** Сравнительный анализ мяса африканского страуса с мясом индейки и курицы

**Table 1.** Comparative analysis of African ostrich meat with turkey and chicken meat

Показатель	Мясо страуса	Мясо индейки	Мясо курицы
Содержание белка (%)	21.4	21.6	21.2
Содержание жира (%)	1.8	2.1	2.9
Холестерин (мг/100 г)	30.4-37.8	70	60
Калорийность (ккал/100 г)	48.5	110	111
Содержание железа (мг/100 г)	2.32-4.02	0.7	0.9
Содержание цинка (мг/100 г)	2.02-4,30	2.47 (бедро), 1.08 (грудка)	1.71 (бедро), 0.65 (грудка)
Витамин В6 (мг/100 г)	0.225	-	-
Витамин В12 (мкг/100 г)	12.5	-	-
Витамин Е (мг/100 г)	9.1	-	7.5
Органолептические свойства	Темно-красный цвет, плотная текстура, напоминает постную говядину	Светлый цвет, менее плотная текстура	Светлый цвет, менее плотная текстура

**Таблица 2.** Сравнительный анализ мяса страуса с дополнительными видами традиционного мясного сырья

**Table 2.** Comparative analysis of ostrich meat with additional types of traditional meat raw materials

Вид сырья	Влага (%)	Белок (%)	Жир (%)	Зола (%)	Холестерин (мг/100 г)	Энергетическая ценность (ккал/Дж)
Мясо афр. страуса	76.1	21.4	1.8	1.1	48.5	-
Мясо индейки	74.1	21.6	2.1	1.1	70	110/461
Мясо курицы	74.2	21.2	2.9	0.9	60	111/465
Мясо телятины	77.5	20.4	0.9	1.1	80	90/377
Мясо говядины	73.7	21	4.2	1	70	121/507

**Методы исследования.** Для проведения микробиологического анализа мяса черного африканского страуса были использованы следующие методы: определение общего количества микроорганизмов (КМАФАнМ) в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 [1, с. 25] и СанПиН 2.3.2.1078-01 [6, с. 10], анализ на бактерии группы кишечной палочки (БГКП) с инокуляцией среды Кесслера и пересевом на среду Эндо, выявление *Salmonella* с использованием буферной пептонной воды, RVS-бульона, МКТ-бульона и пересевом на среды XLD и Эндо, а также определение *Staphylococcus aureus* с использованием солевого бульона и пересевом на солевой агар для микроскопирования колоний [2, с. 5].

**Результаты исследования.** Санитарно-микробиологические испытания проводились с целью определения доброкачественности продукции и соответствия ее показателей требованиям нормативной документации. Микробиологические исследования

проводились по определению КМАФАнМ, колиформных бактерий (БГКП), *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*.

Микробиологические показатели нормируются ТР ТС 021/2011 [1, с. 25] и СанПиН [6, с. 10] 2.3.2.1078-01 (табл. 3).

Согласно требованиям ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3.2.1078–01 показатель КМАФАнМ не должен превышать  $1 \times 10^4$  КОЕ/г. Результаты определения КМАФАнМ представлены в таблице 4.

Дополнительно при микроскопировании колоний, выросших на питательном агаре, обнаружены грамположительные палочки (рис. 1).

Численность КМАФАнМ не превышает установленную норму по ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3.2.1078–01 ( $1 \times 10^4$  КОЕ/г). Она составила  $2,6 \times 10^2$  КОЕ/г. При обнаружении бактерий группы кишечной палочки наблюдалось помутнение и /или газообразование среды (рис. 2), что говорит о обнаружении БГКП. Был сделан пересев на среду Эндо для определения *E. Coli*.

**Таблица 3.** Микробиологические показатели птицы (ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3.2.1078-01)

**Table 3.** Microbiological indicators of poultry (TR CU 021/2011 and SanPiN 2.3.2.1078-01)

КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (см <sup>3</sup> ), в котором не допускаются		<i>S.aureus</i> , не допускаются в массе продукта, (г)
	БГКП	Патогенные, в т. ч. сальмонеллы	
$1 \times 10^4$	1	25	500

**Таблица 4.** Результаты определения КМАФАнМ

**Table 4.** The results of determination of QMAFAnM

Разведение/ повторность	Число колоний, шт	Культуральные признаки	Тинкториальные, морфологические признаки	Предположительный род
2.1	57	Колония точечная, цвет молочный, поверхность и край ровные, профиль выпуклый.	Г+ спорообразующие палочки	<i>Bacillus</i>
	1	Край неровный, поверхность складчатая, цвет светло-желтый, профиль плоский	Г+ спорообразующие палочки	<i>Bacillus</i>

Разведение/ повторность	Число колоний, шт	Культуральные признаки	Тинкториальные, морфологические признаки	Предположительный род
	2	Край неровный, поверхность бугристая, цвет бело-черный, профиль плоский	Г+ спорообразующие палочки	<i>Bacillus</i>
	50	Факультативные анаэробы		
Число колоний	110			
2.2	80	Колония точечная, цвет молочный, поверхность и край ровные, профиль выпуклый.	Г+ спорообразующие палочки	<i>Bacillus</i>
	2	Край неровный, поверхность складчатая, цвет светло-желтый, профиль плоский	Г+ спорообразующие палочки	<i>Bacillus</i>
	200	Факультативные анаэробы		
Число колоний	282	Численность: $2 \times 10^2$ КОЕ/г		
3.1	2	Колония точечная, цвет молочный, поверхность и край ровные, профиль выпуклый.	Г+ спорообразующие палочки	<i>Bacillus</i>
	1	Край неровный, поверхность складчатая, цвет светло-желтый, профиль плоский	Г+ спорообразующие палочки	<i>Bacillus</i>
	60	Факультативные анаэробы		
Число колоний	63			
3.2	8	Колония точечная, цвет молочный, поверхность и край ровные, профиль выпуклый.	Г+ спорообразующие палочки	<i>Bacillus</i>
	50	Факультативные анаэробы		
Число колоний	58	Численность: $6 \times 10$ КОЕ/г		
КМА-ФАнМ, КОЕ/г		$2,6 \times 10^2$ КОЕ/г		

При микроскопировании типичных колоний на среде Эндо обнаружены грамположительные неспорообразующие палочки, что не является признаком *E. coli*. (рис. 3).

В таблице 5 представлены результаты определения бактерий групп кишечной палочки.

В таблице 6 представлены результаты определения микроорганизмов типа *Salmonella*.

При обнаружении патогенных бактерий, в т.ч. сальмонеллы, в RVS среде изменений не обнаружено; среда Мюллер-Кауфмана (МК) помутнела (рис. 4).

При проведении исследований на среде XLD-агар наблюдалось обесцвечивание среды (рис. 5).

Первый этап выявления бактерий рода *S. aureus* показал помутнение всех пробирок с соевым бульоном, по этой причине был сделан пересев колоний бактериальной петлей на солевой агар для получения изолированных колоний.

При микроскопировании выросших на соевом агаре колоний были выявлены Г+ палочки, не характерные для бактерий данного рода (рис.6).

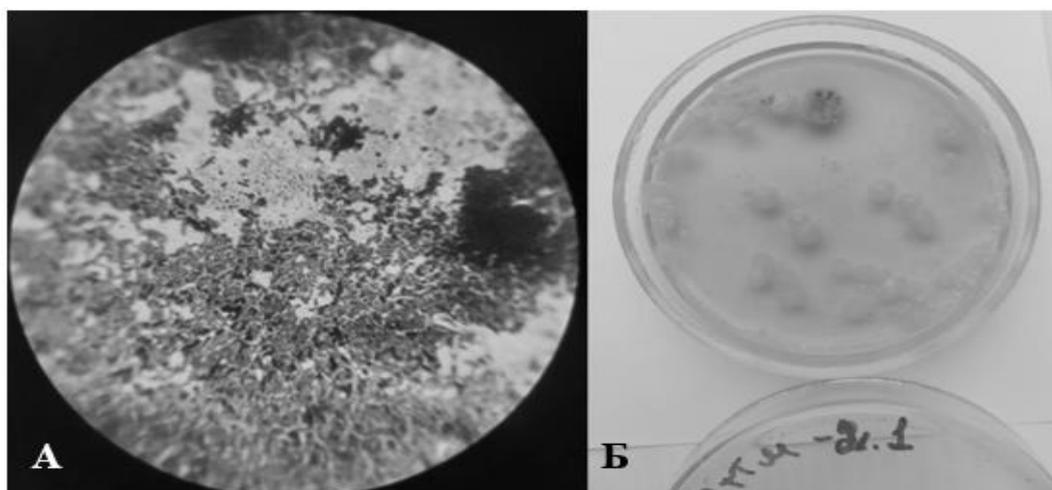


Рис. 1. А – обнаруженные грамположительные палочки, Б – выросшие колонии на питательном агаре

Fig. 1. A – detected gram-positive rods, B – grown colonies on nutrient agar

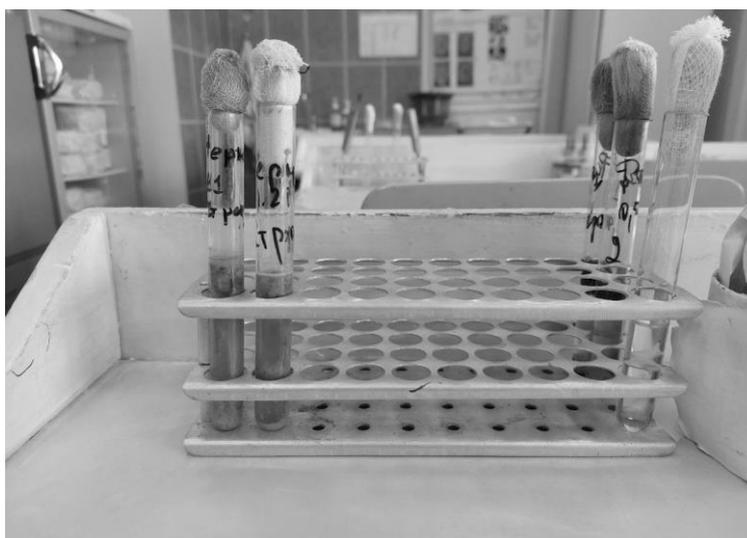


Рис. 2. Помутнение и газообразование среды Кесслер при обнаружении БГКП  
Fig. 2. Turbidity and gas formation of Kessler medium upon detection of coliform bacteria



**Рис. 3.** *A* – выросшие колонии на среде Эндо, *B* – обнаруженные грамположительные палочки (x1200)

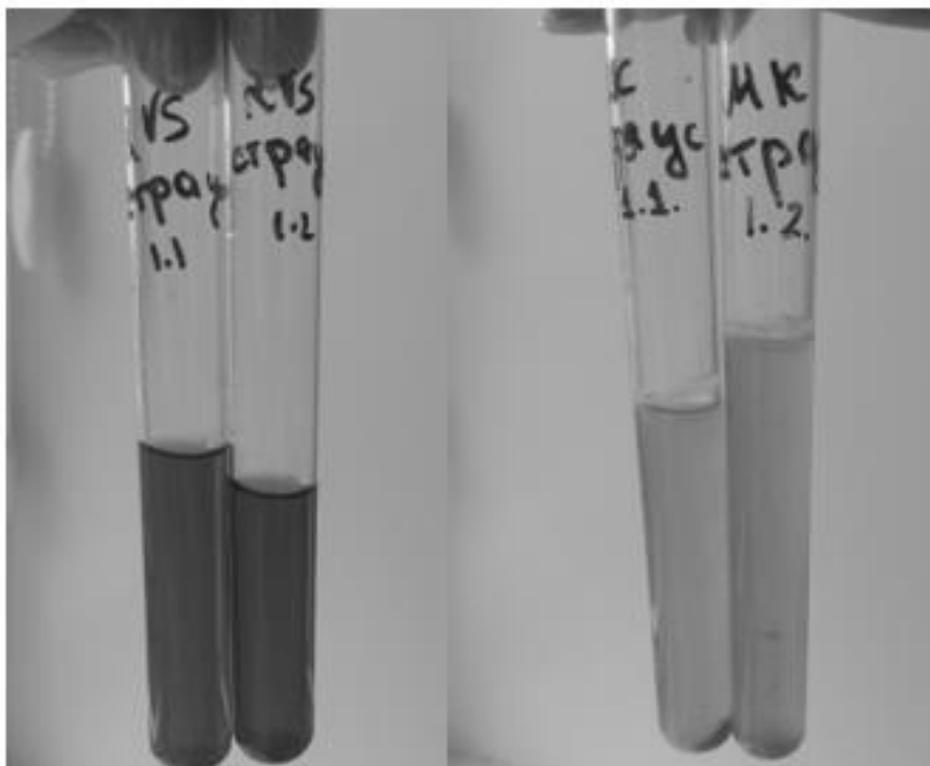
**Fig. 3.** *A* – colonies grown on Endo medium, *B* – detected gram-positive rods (x1200)

**Таблица 5.** Результаты определения БГКП  
**Table 5.** The results of detecting coliform bacteria

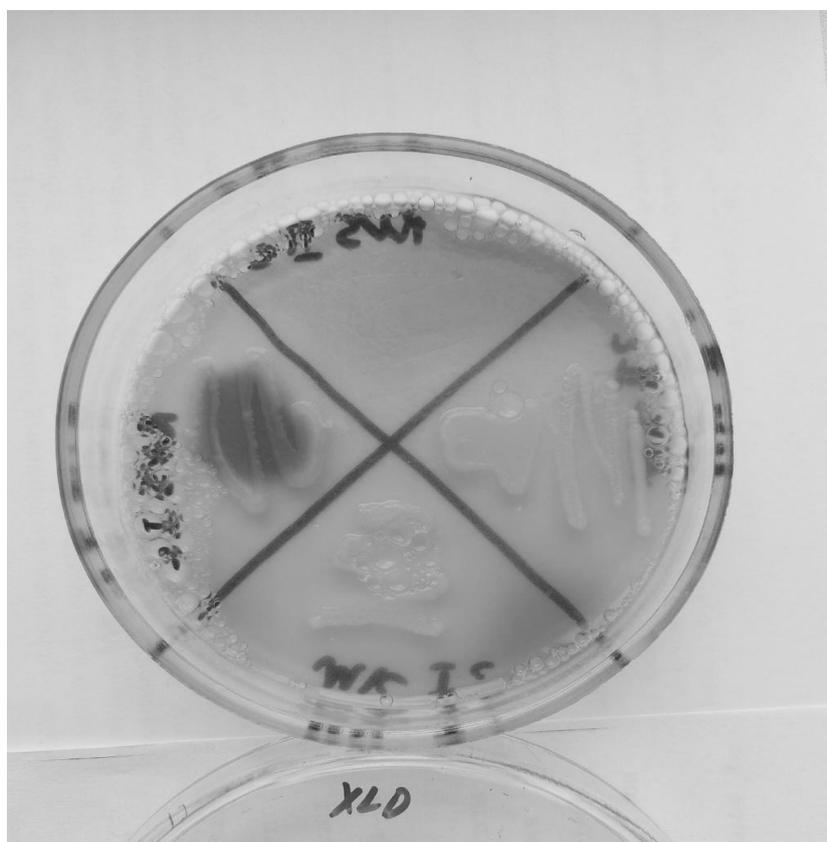
Повторность образца	Этапы		Обнаруженные микроорганизмы
	I	II	
	Среда Кесслер	Среда Эндо	
I	помутнение и газообразование среды	колонии малинового цвета с металлическим блеском	Г+ неспорообраз. палочки
II	помутнение и газообразование среды	колонии малинового цвета с металлическим блеском	Г+ неспорообраз. палочки

**Таблица 6.** Результаты определения *Salmonella*  
**Table 6.** The results of detecting *Salmonella*

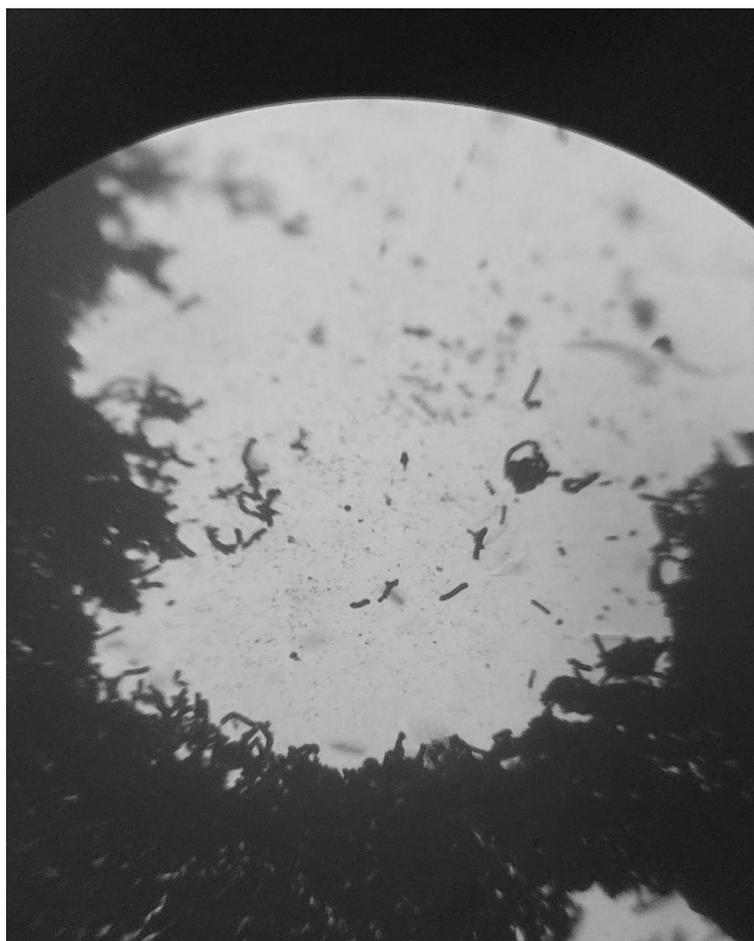
Название образца	Этапы					Результат
	I	II		III		
	Забуференная пептонная вода	RVS-бульон	МКТ-бульон	XLD-агар	Среда Эндо	
Основной	помутнение, появление пленки на поверхности	-	помутнение	обесцвечивание среды, колонии желтого цвета	среда местами обесцвечилась, колонии малинового цвета	Г+ спорообраз. палочки



**Рис. 4.** Помутнение среды Мюллер-Кауфмана при обнаружении сальмонеллы  
**Fig. 4.** Turbidity of the Müller-Kauffmann medium upon detection of Salmonella



**Рис. 5.** Обесцвечивание среды  
**Fig. 5.** Discoloration of the medium



**Рис. 6.** Обнаруженные G<sup>+</sup> неспорообразующие палочки  
**Fig. 6.** Detected G<sup>+</sup> non-spore-forming rods

**Заключение.** По итогам проведенных микробиологических исследований мяса черного африканского страуса установлено, что все показатели соответствуют требованиям нормативной документации (ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3.2.1078-01). Общая численность мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) составила  $2,6 \times 10^2$  КОЕ/г, что значительно ниже допустимого уровня ( $1 \times 10^4$  КОЕ/г) и свидетельствует о высокой микробиологической чистоте исследуемого мяса.

При анализе на наличие бактерий группы кишечной палочки (БГКП) в среде Кесслера было выявлено помутнение и газообразование. Однако при пересеве на среду Эндо обнаружены грамположительные неспорообразующие палочки, не характерные для *E. coli*.

Анализ на *Salmonella*, проведенный с использованием забуференной пептонной воды, RVS-бульона, МКТ-бульона и пересевов на XLD-агар и среду Эндо, показал отсутствие сальмонелл в исследуемых образцах, несмотря на некоторые изменения среды на предварительных этапах.

При исследовании на *Staphylococcus aureus* помутнение солевого бульона потребовало пересев на солевой агар. Микроскопирование показало наличие грамположительных неспорообразующих палочек, которые не соответствуют *Staphylococcus aureus*, что подтверждает отсутствие этого патогена.

Таким образом, мясо черного африканского страуса соответствует стандартам микробиологической безопасности, что подтверждает его пригодность для использования в пищевой промышленности.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

## CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»: Решение Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880.
2. ГОСТ 10444.15-94. Мясо и мясные продукты. Методы определения общего количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМА-ФАнМ).
3. ГОСТ 31747-2012. Мясо и мясные продукты. Метод выявления бактерий группы кишечной палочки (колиформных бактерий).
4. ГОСТ Р 50480-93. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*.
5. ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Метод выявления и определения количества *Staphylococcus aureus*.
6. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 14 ноября 2001 года № 36.
7. The ostrich meat – an updated review. II. Nutritive value / Poławska E. [et al.] // *Animal Science Papers and Reports*. 2011. Vol. 29, no. 2. P. 89-97.
8. Equal nutritional characteristics of ostrich meat with domestic meat / Abdikahorov G. [et al.] // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018. Vol. 10, no. 12. P. 3464-3466.
9. Абдикохоров Г., Шкаева Н.А. Характеристика пищевой ценности мяса страуса с мясом домашних животных // Южно-Уральский государственный университет. 2020. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-240-4-4-7.
10. Вербицкий С.Б., Усатенко Н.Ф., Патеев С.С. Особенности убоя и качество мяса африканского страуса // *Мясная индустрия*. 2020. № 7. С. 29-34.
11. Кудряшова А.Л., Чепуштанова О.В. Технология убоя страусов в фермерских хозяйствах // *Вестник Уральского ГАУ*. 2021. Т. 56, № 3. С. 87-94.
12. Киладзе А.Б., Чернова О.Ф. Африканский страус: резервный потенциал в использовании продуктов страусоводства. М.: КМК, 2011. 82 с.
13. Гагарин В.В. Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса страусов: автореф. дис. ... канд. вет. наук. М.: ВНИИВСГЭ, 2005. 122 с.
14. Кузьмичев В.Ю., Колодязная В.С. Качество мяса африканского страуса // *Мясная индустрия*. 2008. № 11. С. 20-24.
15. Кузьмичев В.Ю., Колодязная В.С. Мясо страусов в производстве мясных продуктов // *Мясные технологии*. 2008. № 5. С. 64-64.
16. Кузьмичева М.Б. Состояние и перспективы развития российского рынка говядины // *Мясная индустрия*. 2008. № 11. С. 5-9.

## REFERENCES

1. TR CU 021/2011 «On the safety of food products»: Decision of the Customs Union Commission dated December 9, 2011 No. 880. [In Russ.]
2. GOST 10444.15-94. Meat and meat products. Methods for determining the total number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (QMAFAnM). [In Russ.]
3. GOST 31747-2012. Meat and meat products. Method for detecting coliform bacteria (coliform bacteria). [In Russ.]
4. GOST R 50480-93. Food products. Method for detecting *Salmonella* bacteria. [In Russ.]

© С.С. Патеев, Ю.А. Чернета, 2025

5. GOST 31659-2012. Food products. Method for detecting and quantifying *Staphylococcus aureus*. [In Russ.]
6. SanPiN 2.3.2.1078-01 «Hygienic requirements for the safety and nutritional value of food products»: Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated November 14, 2001 No. 36. [In Russ.]
7. The ostrich meat – an updated review. II. Nutritive value / Poławska E. [et al.] // *Animal Science Papers and Reports*. 2011. Vol. 29. No. 2. P. 89-97. [In Russ.]
8. Equal nutritional characteristics of ostrich meat with domestic meat / Abdikaxorov G. [et al.] // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018. Vol. 10, no. 12. P. 3464-3466. [In Russ.]
9. Abdikokhorov G., Shkaeva N.A. Characteristics of the nutritional value of ostrich meat with the meat of domestic animals // *South Ural State University*. 2020. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-240-4-4-7. [In Russ.]
10. Verbitsky S.B., Usatenko N.F., Pateev S.S. Features of slaughter and quality of African ostrich meat // *Meat industry*. 2020. No. 7. P. 29-34. [In Russ.]
11. Kudryashova A.L., Chepushtanova O.V. Technology of slaughter of ostriches in farms // *Bulletin of the Ural State Agrarian University*. 2021. Vol. 56, No. 3. P. 87-94. [In Russ.]
12. Kiladze A.B., Chernova O.F. African ostrich: reserve potential in the use of ostrich products. Moscow: KMK, 2011. 82 p. [In Russ.]
13. Gagarin V.V. Veterinary and sanitary examination of ostrich meat: author's abstract dis. ... PhD (Veterinary sciences). Moscow: VNIIVSGE, 2005. 122 p. [In Russ.]
14. Kuzmichev V.Yu., Kolodyaznaya V.S. Quality of African ostrich meat // *Meat industry*. 2008. No. 11. P. 20-24. [In Russ.]
15. Kuzmichev V.Yu., Kolodyaznaya V.S. Ostrich meat in the production of meat products // *Meat technologies*. 2008. No. 5. P. 64-64. [In Russ.]
16. Kuzmicheva M.B. The state and development prospects of the Russian beef market // *Meat industry*. 2008. No. 11. P. 5-9. [In Russ.]

### Информация об авторах / Information about the authors

**Патеев Салих Сайфуллаевич**, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный технический университет»; 414056, Российская Федерация, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/1, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4387-8203>, e-mail: [salih.bik@yandex.ru](mailto:salih.bik@yandex.ru)

**Чернета Юлия Николаевна**, магистр, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный технический университет»; 414056, Российская Федерация, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/1, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7272-7995>, e-mail: [salih.bik@yandex.ru](mailto:salih.bik@yandex.ru)

**Salikh S. Pateev**, Postgraduate student, Astrakhan State Technical University; 414056, the Russian Federation, the Astrakhan region, Astrakhan, Tatishchev st., building 16/1, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4387-8203>

**Yulia N. Cherneta**, Master student, Astrakhan State Technical University; 414056, the Russian Federation, the Astrakhan region, Astrakhan, Tatishchev str., building 16/1, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7272-7995>, e-mail: [salih.bik@yandex.ru](mailto:salih.bik@yandex.ru)

### **Заявленный вклад авторов**

Патеев Салих Сайфуллаевич – подбор литературных источников, оформление статьи по требованиям журнала, разработка методики исследования, валидация данных  
Чернета Юлия Николаевна – проведение эксперимента

### **Claimed contribution of the authors**

Pateev S.S. – selection of literary sources, article design according to the Journal requirements, development of research methodology, data validation  
Cherneta Yu.N. – conducting the experiment

Поступила в редакцию 24.03.2025

Поступила после рецензирования 25.04.2025

Принята к публикации 28.05.2025

Received 24.03.2025

Revised 25.04.2025

Accepted 28.05.2025

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-51-62>

УДК 664.85.002.5:634.11:664.292



## Совершенствование технологии производства яблочно-пектиновой пасты

А.В. Сатибалов✉<sup>1</sup>, З.А.Иванова<sup>2</sup>, Ф.Х. Тхазеплова<sup>2</sup>, Л.Х. Нагудова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства»,  
г. Нальчик, Российская Федерация  
✉aslan-07@list.ru

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»; г. Нальчик, Российская Федерация

**Аннотация. Введение.** Представлены результаты исследований, проведённых в 2022...2023 годах на плодах сортов яблони различного срока созревания: летних – Вильямс Прайд и Мельба, осеннего – Гала, зимнего – Джонатан. Объектами исследования выступили выжимки из плодов районированных сортов. **Цель работы** заключается в определении оптимальных режимов переработки яблочных выжимок в пюреобразную продукцию, позволяющих достичь максимального содержания пектиновых веществ. **Методы.** Изучалось влияние режима термического воздействия (70°C, 75°C, 80°C, 85°C) яблочных выжимок на качество пасты, а также продолжительность (180...210 мин) обработки. Для ускорения процесса перехода протопектина в растворимый пектин использовали 5%-ный раствор сернистой кислоты. Определяли в выжимках содержание растворимого пектина и его молекулярную массу. **Результаты.** Установлено, что при достижении температуры 75°C содержание растворимого пектина в выжимках осенних сортообразцов доходит до 66,9...67,2% через 180...210 мин. При этом отмечено, что пектиновые вещества качественнее сохраняют молекулярную массу и имеют лучшие кондиционные свойства пасты, если период обработки выжимок длится 180 мин. Выявлено, что ограничение длительности обработки выжимок до 15 мин при 75°C приводит к сокращению растворимого пектина, снижению качественных свойств пасты. Таким образом, наиболее оптимальной продолжительностью обработки выжимок плодов сортов яблони осеннего срока созревания является 180 мин при температуре 75°C. В выжимках, прошедших термообработку при 85°C, содержится такое же количество растворимого пектина, как и в образцах, подвергнутых обработке при 75°C в течение 120 минут. **Заключение.** Повышение температуры приводит к снижению молекулярной массы пектиновых веществ. В выжимках плодов летних сортообразцов процесс деструкции протопектина и накопления растворимого пектина при обработке сернистой кислотой протекает более активно при температуре 75°C в течение 90 минут, в то время как при температуре 85°C этот процесс завершается за 60 минут.

**Ключевые слова:** плоды, яблоки, паста, выжимки, режимы, протопектин, пектин, пюре

**Для цитирования:** Сатибалов А.В., Иванова З.А., Тхазеплова Ф.Х., Нагудова Л.Х. Совершенствование технологии производства яблочно-пектиновой пасты. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):51-62. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-51-62>

## Improving the technology of apple-pectin paste production

A.V. Satibalov✉<sup>1</sup>, Z.A. Ivanova<sup>2</sup>, F.H. Thazeplova<sup>2</sup>,  
L.H. Nagudova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *The North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture,  
Nalchik, the Russian Federation*  
✉aslan-07@list.ru

<sup>2</sup> *The Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov,  
Nalchik, the Russian Federation*

**Abstract. Introduction.** The results of studies conducted in 2022...2023s on the fruits of apple varieties of different ripening periods: summer – Williams Pride and Melba, autumn – Gala, winter – Jonathan have been presented. The objects of the study were pomace from the fruits of zoned varieties. The goal of the research was to determine the optimal modes of processing apple pomace into puree products, allowing to achieve the maximum content of pectin substances. **The methods.** The influence of the thermal action mode (70°C, 75°C, 80°C, 85°C) of apple pomace on the paste quality, as well as the duration (180...210 min) of processing was studied. A 5% sulfurous acid solution was used to accelerate the process of protopectin conversion to soluble pectin. The content of soluble pectin and its molecular weight were determined in the pomace. **The results.** It has been found that when the temperature reaches 75°C, the content of soluble pectin in the pomace of autumn variety samples reaches 66.9...67.2% after 180...210 min. It has been noted that pectin substances better retain their molecular weight and have better conditioning properties of the paste if the pomace processing period lasts 180 min. It has been found that limiting the processing time of the pomace to 15 minutes at 75°C leads to a reduction in soluble pectin and a decrease in the quality properties of the paste. Thus, the most optimal processing time for the pomace of autumn-ripening apple varieties is 180 minutes at 75°C. The pomace that underwent heat treatment at 85°C contains the same amount of soluble pectin as the samples treated at 75°C for 120 minutes. **The conclusion.** An increase in temperature leads to a decrease in the molecular weight of pectin substances. In the pomace of summer varieties, the process of protopectin destruction and soluble pectin accumulation during treatment with sulfurous acid occurs more actively at a temperature of 75°C for 90 minutes, while at a temperature of 85°C this process is completed in 60 minutes.

**Keywords:** fruits, apples, paste, pomace, modes, protopectin, pectin, puree

**For citation:** Satibalov A.V., Ivanova Z.A., Thazeplova F.Kh., Nagudova L.Kh. Improving the technology of apple-pectin paste production. *Novye tehnologii /New technologies.* 2025; 21(2):51-62. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-51-62>

**Введение.** В последние годы в России отмечается положительная динамика в сфере производства плодовой продукции. Объём урожая постоянно растёт. Для достижения продовольственной безопасности страны необходимо дальнейшее развитие отрасли плодоводства и увеличение доли переработанной продукции до более высоких показателей. Это требует совместных усилий государства и всех хозяйствующих субъектов – сельхоз товаропроизводителей разного уровня, фермерских хозяйств, владельцев личных приусадебных

участков, а также перерабатывающих предприятий. Правильная организация технологического процесса и соблюдение всех этапов производства позволяют получать в полном ассортименте качественную продукцию с длительным сроком хранения и высокими потребительскими свойствами.

Рост производства плодовой продукции в сочетании с развитием перерабатывающих технологий создаёт мощную основу для продовольственной безопасности. Переработка позволяет сохранять излишки продукции, расширять ассортимент това-

ров и снижать потери, что особенно важно в периоды, когда урожай урезан или возникают чрезвычайные ситуации. Эта связка повышает устойчивость продовольственного снабжения, способствует созданию рабочих мест и стимулирует развитие сельских территорий. В целом, комплексный подход, где производство и переработка идут рука об руку, превращается в надёжную броню против продовольственных кризисов.

Производство яблочного сока занимает существенную долю в общем объёме переработки яблок, являясь одним из приоритетных направлений использования плодового сырья. Для получения качественной соковой продукции необходим строгий отбор сырья и постоянный контроль на всех этапах производства. Так, например, яблоки собирают в момент их потребительской зрелости, что позволяет достичь оптимального вкуса и сладости. Также важно правильно выбрать сорт яблок, так как разные сорта имеют различный уровень содержания сахаров, кислот, сухих веществ и других компонентов.

В результате переработки плодов образуется значительное количество отходов – яблочных выжимок, составляющих 35...40% от массы переработанных плодов. В состав этих выжимок входят различные части яблока: кожура, плодоножки, семена, семенные коробочки и остатки мякоти. Несмотря на статус отходов, они представляют собой ценный продукт, богатый питательными компонентами: углеводами, витаминами, минеральными веществами и органическими кислотами.

Важно отметить, что содержание полезных веществ в выжимках может существенно варьироваться в зависимости от нескольких факторов: сорта яблок, степени их зрелости и эффективности процесса отжима сока [1, с 424; 2, с. 375; 3, с. 53].

Пектин является универсальным веществом, которое находит широкое применение в различных сферах человеческой деятельности.

В технической отрасли пектин используется для обработки тканей, укрепления бумажной продукции, создания косметических загустителей, производства лакокрасочных материалов.

Особую ценность представляет применение пектина в медицинской сфере и фармацевтике. Одно из самых примечательных и результативных применений пектина в медицине – его использование в хирургии для обработки ран. Пектин, нанесённый на раны в виде 2%-ного раствора, предотвращает воспаление и способствует быстрому заживлению. Пектиновые вещества обладают детоксикационными свойствами, поэтому их используют для лечения аллергии. Также это высокомолекулярные полисахариды, которые могут образовывать гель на поверхности слизистой оболочки желудка и кишечника.

Пектин эффективно выводит из организма соли тяжёлых металлов и защищает от негативного воздействия ионизирующего излучения. Особенно это актуально в последнее время. В связи с ухудшением экологической ситуации во многих регионах России, вызванных загрязнением токсичными веществами и радионуклидами окружающей среды и пищевых продуктов, необходимо не только обеспечивать безопасность продуктов питания, но и проводить профилактические мероприятия. Это, в свою очередь, обуславливает потребность в расширении производства пектина как природного детоксиканта.

Пищевая промышленность является главным потребителем пектина. Его используют в следующих направлениях:

- как загуститель при изготовлении джемов, желе и мармелада;
- в хлебопечении для продления свежести продукции;
- как эмульгатор в производстве соусов и мороженого;
- для повышения вязкости в производстве мутных овощных соков;
- для стабилизации кисломолочных продуктов.

Благодаря своим уникальным свойствам, пектин стал незаменимым компонентом во многих производственных процессах.

Основным сырьём для промышленного производства пектина в регионе служат яблочные выжимки. Литературные источники содержат информацию о различных способах переработки выжимок, однако основное внимание уделяется производству пектиновых веществ для формирования или стабилизации структуры пищевых продуктов [4, с. 45; 5, с. 25; 6, р. 1315-1322]. Пектиновые вещества представляют собой высокомолекулярные полисахариды, которые входят в состав клеточных стенок растений.

Образование растворимого пектина происходит при обычной гидротермической обработке растительной ткани. Технологические свойства пектиновых веществ определяются их способностью к студнеобразованию и комплексообразованию. При этом не весь протопектин переходит в растворимое состояние, а образовавшийся растворимый пектин подвергается частичной деструкции, вследствие чего утрачивает ряд своих ценных технологических свойств, в частности, способность к студнеобразованию [7, с. 270; 8, с. 243; 9, с. 128].

Механизм размягчения растительной ткани показывает, что между условиями гидротермической обработки фруктов, степенью деструкции протопектина и физико-химическими свойствами пектиновых веществ, клеточных стенок имеется четко выраженная корреляция, т.е. при выборе режима обработки яблочных выжимок необходимо учитывать физико-химические показатели их пектиновых веществ [10, с. 131; 11, с. 171; 12, с. 6].

По своему химическому составу пектины представляют собой полисахариды, которые содержатся в клеточных стенках растений. Они состоят из остатков галактуроновой кислоты, связанных между собой  $\alpha$ -1,4- и  $\alpha$ -1,6-гликозидными связями. Это макромолекулярные соединения, близкие к коллоидным глюкополисахаридам или полисахаридам растительного организма.

Пектин входит в состав структурных элементов клеточной ткани растений [12, с.7; 13, с. 70; 14, с. 293; 15, с. 290; 16; 17]. Роль пектина в растениях заключается в том, что он способствует поддержанию тургора, повышает засухоустойчивость и устойчивость при хранении. Наибольшее количество пектина содержится в яблоках и цитрусовых (апельсинах, мандаринах, лаймах, грейпфрутах). В одном яблоке среднего размера содержится около 7...10 граммов пектина, а в грейпфруте – 3,5 грамма. В образцах пектинов, полученных из дикорастущих плодов и ягод, данный показатель является низким и изменяется в пределах от 0,24% (кизил) до 0,65% (боярышник) [18, с. 42]. В структуре плода наибольшее содержание пектина наблюдается в кожуре, ламелях и сердцевине, связывая ассоциации клеток овощей и фруктов.

В растениях пектиновые вещества представлены двумя формами: нерастворимым протопектином, который содержится в первичных клеточных стенках и межклеточном веществе (средних пластинках), и растворимым пектином, находящемся в клеточном соке.

Качество пектина определяется исходным сырьём (его сорта, зрелости, товарных качеств плода, их состояния и т.д.) и технологическими аспектами производства (температура, время экстракции и очистки). В результате именно правильный выбор сырья и точное соблюдение технологии превращают пектин в качественный продукт, способный придать желе, мармеладу и конфитюрам ту самую требуемую текстуру и стабильность. Производители тщательно контролируют качество, потому что оно определяет тип промышленного пектина. В соответствии с основными характеристиками (свойства пектина, методы его получения, тип используемого сырья и внешний вид готового продукта) выделяют несколько групп пектинов [15; 18...22].

Классификация пектинов основывается на типе получаемого концентрата и включает несколько видов. Один из наиболее

распространённых – жёлтый пектин, который получают из яблок. Он наилучшим образом соответствует требованиям промышленности к этому продукту, учитывая особенности технологии производства и свойства, но не касается химического состава пектиновых веществ.

Для улучшения переработки и рационального использования пектина важно изучать его основные физико-химические характеристики.

На основании результатов исследования технологии производства пектина из яблочных выжимок, собственных исследований по изучению механизма размягчения фруктов в процессе гидротермической обработки разработана технология переработки яблочных выжимок на пасту, которую можно использовать в качестве студнеобразователя. Метоксильные группы играют важную роль в студнеобразовании. Количество химически активных групп влияет на процесс студнеобразования: чем их больше, тем лучше студнеобразование. Высокое содержание метоксильных групп обуславливает большую молекулярную массу и студнеобразующую способность пектина, полученного из яблок зимнего срока созревания [23].

**Актуальность исследований** выражается в том, что извлечение максимального количества пектина из яблочных выжимок при различных сроках созревания плодов способствует более эффективному использованию сырья и снижению отходов. В условиях роста интереса к натуральным и экологически чистым продуктам такие исследования позволяют создавать высококачественную пектиновую продукцию с повышенной биологической ценностью и функциональной привлекательностью. Кроме того, оптимизация технологических режимов обеспечивает экономическую выгоду производству, снижая затраты и повышая рентабельность. В результате эти исследования способствуют развитию устойчивого производства, расширению ассортимента натуральных продуктов и повышению их конкурентоспособности на рынке.

**Цель исследований** – переработать яблочные выжимки с максимально возможным содержанием пектиновых веществ, т.к. именно такие отходы являются ценнейшим ресурсом для получения пектинов, которые широко используются в пищевой промышленности. А создание пюреобразной продукции с высоким содержанием пектина – это результат. Поэтому, в конечном счёте, важна именно переработка выжимок, чтобы максимально эффективно использовать природный потенциал яблочной мякоти и кожуры. Таким образом, основная цель исследований заключается в установлении оптимальных условий переработки выжимок для получения пюреобразной продукции с максимальным содержанием пектина, полученного с сортов яблок разного срока созревания. Это позволит повысить эффективность использования сырья, улучшить технологические процессы и создавать более ценный и экологичный продукт.

**Объекты и методы исследований.** Данные научные исследования проводятся на предприятии ООО «Нальчикский консервный завод».

При определении оптимальных условий переработки выжимок с наибольшим содержанием пектиновых веществ в яблочных выжимках использованы сорта яблок: летнего срока созревания – Вильямс Прайд и Мельба, осеннего – Гала, зимнего – Джонатан.

С помощью стандартных лабораторных методов физико-химического анализа сырья определяли общее содержание пектиновых веществ. Из выжимок были выделены пектиновые вещества и даны характеристики по основным физико-химическим показателям. Применяя метод планирования эксперимента, изучали влияние параметров обработки. При оценке пищевых достоинств сортов огромное значение имеет содержание сухого вещества. В плодах определяли растворимые сухие вещества (РСВ) рефрактометрически, органические кислоты – титрованием 0,1н раствором щелочи, общее содержание сахаров по Бертрану, аскорбиновую кислоту (витамин «С») по Тильмансу.

Экспериментальные данные обработаны с использованием основных методов вариационной статистики с использованием статистических компьютерных программ Microsoft Excel, Statistica.

Для ускорения процесса перехода протопектина в растворимый пектин применили 5%-ный раствор сернистой кислоты.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для определения эффективных приёмов переработки выжимок в пюреобразную продукцию с большим количеством пектиновых веществ в выжимках яблок с разной степенью спелости было установлено общее количество пектиновых веществ, что составляло 9,5...11,5% на сухую массу выжимок.

Из выжимок были выделены пектиновые вещества и даны характеристики по основным физико-химическим показателям (табл. 1).

Пектиновые вещества, выделенные из выжимок, полученных из разных сортов яблок, незначительно различаются между собой по свойствам и отличаются небольшим содержанием ацетильных групп, высоким уровнем метоксилирования (в пределах 76...77%) и относительно немалой молекулярной массой.

Результаты изучения технологии производства пектиновых препаратов из яблочных выжимок свидетельствуют о целесообразности проведения обработки выжимок в среде с низким рН, когда ускоряется про-

цесс перехода протопектина в растворимый пектин и в значительной степени сохраняются технологические свойства пектиновых веществ.

Из кислот, применяемых в производстве пектина, пригодного для пищевой продукции для производства яблочно-пектиновой пасты, выбрали сернистую кислоту. Сернистая кислота обладает летучестью, что позволяет удалять её в определённой степени из готовой продукции.

Выход пасты и физико-химические показатели пектиновых веществ – это ключевые параметры технологического процесса при производстве пектиновых концентратов или желеобразующих веществ. Они позволяют контролировать качество продукта, его вязкость, стабильность и способность к образованию гелеобразных структур. Можно сказать, что эти параметры являются определяющими, задающими тон всему процессу производства, без которых гармония и качество продукта оказались бы невозможными. В мире технологий каждое свойство отражается на вкусе и текстуре.

Сернистую кислоту использовали в виде 5%-ного раствора.

Оптимальное соотношение яблочных выжимок и 5%-ного раствора сернистой кислоты, обеспечивающее кислотность среды в пределах рН от 1,0 до 1,5, составило 1:0,6 (на сухую массу выжимок) и обеспечивало рН среды 1,3...1,5.

**Таблица 1.** Основные физико-химические показатели пектиновых веществ, полученных из разных сортов яблочных выжимок

**Table 1.** Main physical and chemical parameters of pectin substances obtained from different types of apple pomace

Показатели	Мельба	Вильямс Прайд	Гала	Джонатан
Влажность, %	10,2	12,2	11,4	10,9
Зольность, %	2,22	2,18	2,15	3,1
Содержание пектина по титрометрическому методу, %	68,8	70,7	69,6	64,4
Содержание групп, %				
свободные карбоксильные	3,31	3,49	3,39	4,72
метоксилированные	11,23	11,5	11,2	9,48
ацетильные	0,42	0,44	78,0	0,26
Степень метоксилирования, %	77,2	76,72	77,0	77,1
Молекулярная масса	84350	83112	85430	72100

Значительное влияние на качество паст оказывает термическая обработка яблочных выжимок. Когда выжимки подвергаются нагреванию, происходят различные химические и физические изменения: разрушаются некоторые ферменты, уменьшается вязкость и возможно повышение концентрации натуральных сахаров, что влияет на вкусовые качества. Однако чрезмерное нагревание может привести к потере витаминов и ароматических веществ, а также к образованию нежелательных веществ, таких как карамелизация или окисление.

Оптимальный режим термической обработки способствует улучшению текстуры и стабильности пасты, повышая её долговечность и ароматическую насыщенность. В целом, баланс между нагреванием и сохранением полезных свойств – ключ к получению высококачественного продукта.

Когда в выжимках количество пектинов составляет 11...12%, то их содержание в пасте при термической обработке 70°C небольшое и составляет только 5,5%. Низкое содержание пектиновых полисахаридов не может обеспечить яблочно-пектиновую пасту большим количеством студней.

Увеличение температуры обработки яблочных выжимок до 75°C, 80°C и 85°C способствует большему повышению в пасте количества пектиновых полисахаридов, чем обработка при температуре 70°C.

В ходе проводимых экспериментов установлено, что наиболее оптимальные условия получения наилучших показателей яблочно-пектиновой пасты наблюдаются при трёхчасовой термической обработке.

Выход и физико-химические характеристики яблочно-пектиновой пасты при различном температурном режиме представлены в таблице 2.

При температуре обработки 85°C, молекулярная масса пектиновых полисахаридов становится меньше, что объясняется распадом молекул. Независимо от снижения молекулярной массы, в яблочно-пектиновой пасте содержится большое количество пектинов, благодаря чему повышается студнеобразующую способность.

Способность сопротивляться разрушению у студня из мармелада схожа с стойкостью студнеобразующей способности пасты, полученной из яблочных выжимок при температуре 75°C и 80°C. Таким образом, для обработки выжимок температурный диапазон 75°C...85°C способствует получению яблочно-пектиновой пасты с хорошими качественными показателями. Стойкость мармеладного студня указывает на то, что наиболее оптимальной для обработки выжимки является температура 80°C.

Длительность обработки выжимок определяется температурой, сортом, товарными качествами и физиологической зрелостью яблок, использованных для получения выжимок. Яблоки ранних сортов, как и их выжимки, размягчаются за короткое время. Для поздних сортов яблок требуется больше времени для размягчения. С увеличением температуры обработки ускоряется процесс смягчения выжимок. Для установления длительности обработки выжимок 5%-ным раствором сернистой кислоты уточняли в них количество гидропектина и его молекулярную массу.

**Таблица 2.** Влияние трехчасовой термической обработки яблочных выжимок на качество пасты

**Table 2.** The effect of three-hour heat treatment of apple pomace on the quality of the paste

Показатели	Температура обработки, °C				
	70	75	80	85	90
Содержание пектиновых веществ в пасте, % на сухое вещество	5,5	7,7	8,0	8,2	7,2
Молекулярная масса пектиновых веществ, г/моль	85100	84300	80200	75600	69800
Прочность стандартного мармеладного студня, г	186	392	424	406	323

Количество гидропектина в выжимках при температуре 75°C за 3...3,5 часа составляет 66,9...67,2%. При обработке выжимок в течение трех часов качественные показатели яблочно-пектиновой пасты становятся лучше, молекулярная масса пектинов не уменьшается.

Уменьшение времени обработки до 15 мин при температуре 75°C приводит к ухудшению показателей качества пасты, а также к снижению количества гидропектина в выжимках.

Оптимальной продолжительностью обработки выжимок поздних сортов яблок является 3 часа при температуре 75°C.

При обработке выжимок при температуре 75°C и 85°C, продолжительностью 2 часа, содержание в них гидропектина становится одинаковым, хотя при температуре 85°C молекулярная масса пектиновых веществ намного меньше.

В выжимках ранних сортов яблок, процессы распада нерастворимого пектина и образование гидропектина при использовании сернистой кислоты происходят ускоренно – за 1,5 часа при температуре 75°C, а при 85°C – за 1 час.

Оптимальной продолжительностью обработки яблочных выжимок сернистой кислотой, с учётом сортовых характеристик плодов, является 1...3 часа при температуре 75°C и 85°C.

Анализируя проведённые исследования, можно с полной уверенностью утверждать, что пектины, полученные из яблок разных групп спелости, являются хорошими гидропектинами, а также имеют высокие качественные показатели. Полученный из выжимок пектин по органолептическим и физикохимическим свойствам отвечает установленным требованиям и может быть рекомендован к применению.

Таким образом, пектин имеет большое значение для пищевой, фармацевтической

и медицинской промышленности. Поэтому производство пектина в России должно развиваться, снижая зависимость экономики от импорта. Чтобы решить проблему пектина в стране, есть все составляющие для реализации проекта: сырьевая база, технология переработки различного растительного сырья на отечественном оборудовании, производственные предприятия и специалисты, владеющие наукой, техникой и технологией производства пектина. Требуется лишь объединить эти компоненты с помощью инвестора при поддержке государства.

#### **Выводы.**

1. Оптимальной длительностью для обработки поздних сортов яблок являются 3 часа при температуре 75°C.

2. В выжимках ранних сортов яблок процессы распада нерастворимого пектина и образование гидропектина при использовании сернистой кислоты происходят быстрее – за 1,5 часа при температуре 75°C, а при 85°C – за 1 час.

3. При обработке выжимок при температурном диапазоне 75°C и 85°C продолжительностью 2 часа содержание гидропектина в них становится одинаковым, хотя при температуре 85°C молекулярная масса намного снижается.

4. Пектины, полученные из исследованных сортов яблок, являются хорошими гидропектинами, обладают высокими органолептическими и физико-химическими показателями, а также отвечают установленным требованиям и могут быть рекомендованы к применению.

5. Подтверждено, что яблочные выжимки, независимо от сроков созревания плодов, представляют собой ценный источник конкурентоспособной и импортозамещающей продукции – пектиновых веществ.

### **КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### **CONFLICT OF INTERESTS**

The authors declare no conflict of interests

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутова С.Н., Вольнова Е.Р., Зуева К.В. Характеристика пектинов из нетрадиционного сырья // Молодой учёный. 2020. № 22 (312). С. 424-426. EDN: YONHJS
2. Васильев В.П., Морозова Р.П., Кочергина Л.А. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов. М.: Дрофа, 2006. 416 с. EDN: SUPLMX
3. Михеев Л.А., Тры А.В. Выделение пектина из растительного сырья и изучение его химических свойств // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2013. № 2. С. 53-55. EDN: RELGUB
4. Аверьянова В.А., Митрофанов Р.Ю. Пектин. Получение и свойства: методические рекомендации по выполнению лабораторной работы по курсам «Технология переработки лекарственного растительного сырья». Бийск: АлтГТУ, 2006. 44 с.
5. Пектины из нетрадиционных источников: технология, структура, свойства, биологическая активность / С.Т. Минзанова [и др.]. Казань: Печать Сервис XXI век, 2011. 224 с. EDN: SOBDYT
6. Pectin from car [et al.]. Carbohydrate Polymers, 2017. 157 p.
7. Зобкова Н.В., Глушихина Е.И. Пектины как средство детоксикации. Комплексообразующие свойства пектинов // Оренбургские горизонты: прошлое, настоящее, будущее: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 275-летию Оренбургской губернии и 85-летию Оренбургской области. Оренбург, 2019. С. 314-317. EDN: DDCGRE
8. Икласова А.Ш., Сакипова З.Б., Бекболатова Э.Н. Пектин: состав, технология получения, применение в пищевой и фармацевтической промышленности // Вестник КазНМУ. 2018. № 3. С. 243-246. EDN: YVQQJF
9. Определение молекулярной массы пектина, полученного кислотным экстрагированием из кожуры семян лютина / Т.М. Васина [и др.] // Сибирский медицинский журнал. 2012. № 3. С. 128-130. EDN: OYRVAX
10. Донченко Л.В., Фирсов Г.Г. Пектин: основные свойства, производство и применение. М.: ДеЛи принт, 2007. 276 с. ISBN 978-5-94343-126-5
11. Ефремов А.А., Кондратюк Т.А. Выделение пектина из нетрадиционного растительного сырья и применение его в кондитерском производстве // Химия растительного сырья. 2008. № 4. С. 171-176. EDN: KGBHZZ
12. Новосельская И.Л. Пектин. Тенденции научных и прикладных исследований // Химия природных соединений. 2000. № 1. С. 3-11.
13. Сравнительная характеристика пектина из различного растительного сырья / Х.Т. Саломов [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2000. № 12. С. 70-71.
14. Оводов Ю.С. Современные представления о пектиновых веществах // Биоорганическая химия. 2009. Т. 5, № 3. С. 293-310. EDN: KAVPHV
15. Тыщенко В.М. Пектины и пектиносодержащие продукты // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 13. С. 290-291.
16. Gawkowska D., Cybulska J., Zdunek A. Structure-Related Gelling of Pectins and Linking with Other Natural Compounds: A Review // Polymers. 2018. No. 10. P. 762.
17. Dranca F., Oroian M. Optimization of Pectin Enzymatic Extraction from *Malus domestica* 'Fälticeni' Apple Pomace with Celluclast 1.5L // Molecules. 2019. No. 24. P. 2158.
18. Аналитические характеристики пектина в яблоках зимнего периода созревания / Кулажанов Т.К. [и др.] // Вестник Алматинского технологического университета. 2016. № 2. С. 38-42.
19. Ametefe G.D., Orji F.A. Pectin classifications, mode of action and factors influencing pectinase production // Journal of Agricultural, Food Science & Biotechnology. 2024. № 2(1). P. 36-53.

20. Gaimar Prakashobh. 13 types of pectin [Электронный ресурс] // Ingreland. 2025. Режим доступа: <https://ingreland.com/insights/13-types-of-pectin/>
21. Masuelli Martin. Pectins – Extraction, Purification, Characterization and Applications (London: IntechOpen, 2020). 10.5772/intechopen.78880
22. Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Edible Films and Coatings for Food Applications, 3.2.2.3 Pectin (E440), 2009. P. 74.
23. Красносёлова Е.А., Донченко Л.В. Перспективы расширения производства пектина из отечественного яблочного сырья // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 3(35). С. 176-181.

## REFERENCES

1. Butova S.N., Volnova E.R., Zueva K.V. Characteristics of pectins from non-traditional raw materials // Young scientist. 2020. No. 22 (312). P. 424-426. EDN: YONHJS [In Russ.]
2. Vasiliev V.P., Morozova R.P., Kochergina L.A. Analytical chemistry. Laboratory practical training: a tutorial for universities. Moscow: Drofa, 2006. 416 p. EDN: SUPLMX [In Russ.]
3. Mikheev L.A., Try A.V. Isolation of pectin from plant materials and study of its chemical properties // Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy. 2013. No. 2. P. 53-55. EDN: RELGUB [In Russ.]
4. Averianova V.A., Mitrofanov R.Yu. Pectin. Production and properties: guidelines for completing laboratory work on the courses «Technology of processing medicinal plant materials». Biysk: AltSTU, 2006. 44 p. [In Russ.]
5. Pectins from non-traditional sources: technology, structure, properties, biological activity / S.T. Minzanova [et al.]. Kazan: Pechat Service XXI century, 2011. 224 p. EDN: SOBDYT [In Russ.]
6. Pectin from car [et al.]. Carbohydrate Polymers, 2017. 157 p.
7. Zobkova N.V., Glushikhina E.I. Pectins as a detoxifying agent. Complexing properties of pectins // Orenburg horizons: past, present, future: collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 275th anniversary of the Orenburg province and the 85th anniversary of the Orenburg region. Orenburg, 2019. P. 314-317. EDN: DDCGRE [In Russ.]
8. Iklasova A.Sh., Sakipova Z.B., Bekbolatova E.N. Pectin: composition, production technology, application in the food and pharmaceutical industries // Bulletin of KazNMU. 2018. No. 3. P. 243-246. EDN: YVQQJF [In Russ.]
9. Determination of the molecular weight of pectin obtained by acid extraction from the peel of lutean seeds / T.M. Vasina [et al.] // Siberian Medical Journal. 2012. No. 3. P. 128-130. EDN: OYRVAX [In Russ.]
10. Donchenko L.V., Firsov G.G. Pectin: basic properties, production and application. Moscow: DeLi print, 2007. 276 p. ISBN 978-5-94343-126-5 [In Russ.]
11. Efremov A.A., Kondratyuk T.A. Isolation of pectin from non-traditional plant raw materials and its application in confectionery production // Chemistry of plant raw materials. 2008. No. 4. P. 171-176. EDN: KGBHZZ [In Russ.]
12. Novoselskaya I.L. Pectin. Trends in scientific and applied research // Chemistry of natural compounds. 2000. No. 1. P. 3-11. [In Russ.]
13. Comparative characteristics of pectin from various plant raw materials / H.T. Salomov [et al.] // Storage and processing of agricultural raw materials. 2000. No. 12. P. 70-71. [In Russ.]
14. Ovodov Yu.S. Modern concepts of pectin substances // Bioorganic chemistry. 2009. Vol. 5, No. 3. P. 293-310. EDN: KAVPHV [In Russ.]
15. Tyshchenko V.M. Pectins and pectin-containing products // Bulletin of Orenburg State University. 2006. No. 13. P. 290-291. [In Russ.]

16. Gawkowska D., Cybulska J., Zdunek A. Structure-Related Gelling of Pectins and Linking with Other Natural Compounds: A Review // *Polymers*. 2018. No. 10. P. 762.
17. Dranca F., Oroian M. Optimization of Pectin Enzymatic Extraction from *Malus domestica* 'Fälticeni' Apple Pomace with Celluclast 1.5L // *Molecules*. 2019. No. 24. P. 2158.
18. Analytical characteristics of pectin in winter-ripening apples / Kulajanov T.K. [et al.] // *Bulletin of Almaty Technological University*. 2016. No. 2. P. 38-42. [In Russ.]
19. Ametefe G.D., Orji F.A. Pectin classifications, mode of action and factors influencing pectinase production // *Journal of Agricultural, Food Science & Biotechnology*. 2024. No. 2(1). P. 36-53.
20. Gaimar Prakashobh. 13 types of pectin [Electronic resource] // *Ingreland*. 2025. Access mode: <https://ingreland.com/insights/13-types-of-pectin/>
21. Masuelli Martin. *Pectins – Extraction, Purification, Characterization and Applications* (London: IntechOpen, 2020). 10.5772/intechopen.78880
22. Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, *Edible Films and Coatings for Food Applications*, 3.2.2.3 Pectin (E440). 2009. P. 74.
23. Krasnoselova E.A., Donchenko L.V. Prospects for expanding pectin production from domestic apple raw materials // *Problems of development of the regional agro-industrial complex*. 2018. No. 3 (35). P. 176-181. [In Russ.]

### Информация об авторах / Information about the authors

**Сатибалов Аслан Владимирович**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом селекции и сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства»; 360004, Российская Федерация, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Шарданова, д. 23., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2500-613X>, [aslan-07@list.ru](mailto:aslan-07@list.ru)

**Иванова Зарема Амурхановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»; 360030, Российская Федерация, Кабардино-Балкарская Республика, г.Нальчик, проспект Ленина, 1в. e-mail [zarema1518@mail.ru](mailto:zarema1518@mail.ru)

**Тхазеплова Фатима Хатабиевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»; 360030, Российская Федерация, Кабардино-Балкарская Республика, г.Нальчик, проспект Ленина, 1в., e-mail: [fnagudova@mail.ru](mailto:fnagudova@mail.ru)

**Нагудова Лиана Хаутиевна**, старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства»; 360004, Российская Федерация, Кабардино-Балкарская Республика, г.Нальчик, ул. Шарданова, д. 23. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5713-3854>; e-mail [liana.nagudova@mail.ru](mailto:liana.nagudova@mail.ru)

**Aslan V. Satibalov**, Dr Sci. (Agr.), Associate Professor, Head of the Department of Breeding and Variety Study of Fruit, Berry and Nut Crops, The North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture; 360004, the Russian Federation, the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, 23 Shardanov St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2500-613X>, [aslan-07@list.ru](mailto:aslan-07@list.ru)

**Zarema A. Ivanova**, PhD (Agr.), Associate Professor, The Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov; 360030, the Russian Federation, the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, 1 v Lenin Avenue, e-mail zarema1518@mail.ru

**Fatima H. Thazeplova**, PhD (Agr.), Associate Professor, the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov; 360030, the Russian Federation, the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, 1 v Lenin Avenue, e-mail: fnagudova@mail.ru

**Liana H. Nagudova**, PhD (Agr.), Senior Researcher, the North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture; 360004, the Russian Federation, the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, 23 Shardanov St. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5713-3854>; e-mail liana.nagudova@mail.ru

#### **Заявленный вклад авторов**

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации

Сатибалов Аслан Владимирович – подбор литературных источников, оформление статьи по требованиям журнала

Тхазеплова Фатима Хатабиевна – разработка методики исследования

Иванова Зарема Амурхановна – проведение эксперимента

Нагудова Лиана Хаутиевна – валидация данных

#### **Claimed contribution of the authors**

All authors have contributed equally to the preparation of the publication

Satibalov A.V. – selection of literary sources, article design according to the Journal requirements

Thazeplova F.Kh. – development of the research methodology

Ivanova Z.A. – conducting the experiment.

Nagudova L.Kh. – data validation

Поступила в редакцию 08.04.2025

Поступила после рецензирования 07.05.2025

Принята к публикации 12.05.2025

Received 08.04.2025

Revised 07.05.2025

Accepted 12.05.2025

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-63-75>

УДК 664.8/9:[641.3:613.26] (470.6)



## Изучение биологически активных веществ растительного сырья Северного Кавказа различными способами консервации

Н.О. Сичко✉, М.И. Стальная

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»,  
г. Майкоп, Российская Федерация,  
✉sichko1971@mail.ru*

**Аннотация. Введение.** При хранении лекарственного растительного материала для обеспечения сохранности максимального количества биологически активных компонентов необходимо замедлить в нем биохимические процессы путем консервации. Сегодня являются актуальными исследования по изучению изменений физико-химического состава биологически активных веществ (БАВ) растительного сырья, в том числе плодов и листьев, для того чтобы установить оптимальный метод, позволяющий сохранить основные качества сырья. С целью увеличения объемов производства местных отечественных лекарственных растительных препаратов следует внедрять замораживание и высушивание наряду с традиционным свежесобраным использованием лекарственных растений. **Цель исследования.** Изучение БАВ свежих, замороженных и высушенных листьев базилика трех сортов, произрастающих на территории Северного Кавказа. **Методы.** В процессе исследования были использованы стандартные методы анализа, используемые при изучении растительного сырья. **Результаты.** Установлено, что при консервации пищевого растительного сырья процесс заморозки широко применяется, но практически не используется в фармацевтической практике. Подобное обстоятельство в настоящее время обусловлено малочисленными сведениями по химическому составу БАВ большей части видов замороженного лекарственного растительного сырья, а также сравнительных исследований по содержанию БАВ в свежем, высушенном и замороженном сырье. В статье приводятся оригинальные сведения по исследованию химического состава и биологически активных соединений свежей, замороженной и сушеной зелени базилика трех сортов (Бархат, Арарат, Гвоздичный), произрастающих на территории Северного Кавказа. Показано, что экстракты из надземных органов базилика обладают выраженной антиоксидантной активностью. В зависимости от применяемого способа консервации в процессе количественного изучения были определены следующие биологически важные соединения: хлорофилл, каротиноиды, аскорбиновая кислота, а также установлена антиоксидантная активность сырья. **Заключение.** Полученные результаты доказывают перспективность проводимых научных исследований, имеющих не только теоретическое, но и практическое значение с целью создания новой продукции с использованием свежей, замороженной и сушеной зелени базилика с высоким содержанием природных антиоксидантов (биологически активных веществ) и создания напитков функционального назначения.

**Ключевые слова:** растительное сырье, способы консервации, биологически активные вещества, антиоксидантная активность

**Для цитирования:** Сичко Н.О., Стальная М.И. Изучение биологически активных веществ растительного сырья Северного Кавказа различными способами консервации. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):63-75. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-63-75>

## Investigation of biologically active substances of the North Caucasus plant raw materials using various preservation methods

N.O. Sichko✉, M.I. Stalnaya

Maykop State Technological University,  
Maikop, the Russian Federation,  
✉sichko1971@mail.ru

**Abstract. Introduction.** When storing medicinal plant material, in order to ensure the preservation of the maximum number of biologically active components, it is necessary to slow down the biochemical processes by preservation. Today, studies on changes in the physicochemical composition of biologically active substances (BAS) of plant raw materials, including fruits and leaves, are relevant in order to establish the optimal method that allows preserving the main qualities of the raw materials. In order to increase the production volumes of local domestic medicinal herbal preparations, freezing and drying should be introduced along with the traditional freshly picked use of medicinal plants. **The goal of the research** was to study biologically active substances of fresh, frozen and dried basil leaves of three varieties growing in the North Caucasus. **The methods.** Standard methods of analysis of plant materials were used in the research. **The results.** It has been found that the freezing process is widely used in the preservation of food plant materials, but it is not used in pharmaceutical practice. This is due to the scarce information on the chemical composition of biologically active substances of most types of frozen medicinal plant materials, as well as comparative studies on the content of biologically active substances in fresh, dried and frozen raw materials. The article presents original information on the study of the chemical composition and biologically active compounds of fresh, frozen and dried basil greens of three varieties (Velvet, Ararat, Gvozdichny) growing in the North Caucasus. It is shown that extracts from the aboveground organs of basil have pronounced antioxidant activity. Depending on the preservation method used, the following biologically important compounds have been identified in the quantitative study: chlorophyll, carotenoids, ascorbic acid, and the antioxidant activity of the raw materials has also been established. **The Conclusion.** The results obtained prove the prospects of the conducted scientific research, which has not only theoretical but also practical significance for the purpose of creating new products using fresh, frozen and dried basil greens with a high content of natural antioxidants (biologically active substances) and creating functional drinks.

**Keywords:** plant materials, preservation methods, biologically active substances, antioxidant activity

**For citation:** Sichko N.O., Stalnaya M.I. Investigation of biologically active substances of the North Caucasus plant raw materials using various preservation methods. *Novye tehnologii / New technologies.* 2025; 21(2):63-75. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-63-75>

**Введение.** Свежесобранный растительный материал долго не хранится, поскольку в нем после сбора начинают интенсивно протекать различные физические, биологические и биохимические превращения. Активное неблагоприятное воздействие ряда плесневых грибов и некоторых бактерий или же развитие анаэробных микроорганизмов свидетельствует о бурном протекании биологических явлений. Различные механические повреждения или действие прямых солнечных лучей, приво-

дящее к повышению температуры, газового состава и влажности хранящегося сырья указывают на начавшуюся физическую активность. Это могут быть процессы инверсии сахаристых соединений, потеря упругости, самосогревание за счет распада органических молекул [1].

Анаэробное дыхание, потеря значительного количества органических веществ, поэтапный гидролиз пектиновых соединений – это биохимические процессы, которые динамично протекают в

свежем растительном сырье под действием ферментов.

При исследовании химического состава лекарственного растительного сырья (ЛРС) различных способов хранения консервацию в течение длительного периода можно рассматривать как мероприятие, которое направлено на максимально возможное сохранение биологически активных веществ (БАВ) в различных объектах [2].

Значительная часть биологически активных соединений при консервации подвергается различным превращениям и изменениям. Этому могут способствовать либо воздействие факторов окружающей среды, либо протекающие экзотермические ферментативные окислительно-восстановительные процессы, регулируемые ферментами, а также гидролитические процессы распада (гидролиза) сложных молекул. В этой связи требуется правильный подбор условий протекания используемых методов консервирования, что, в свою очередь, будет приводить к незначительному снижению активных составляющих в растительном материале [3]. Вот почему углубление знаний о влиянии процессов высушивания и замораживания растительного материала на количество активных компонентов является перспективной целью нашего исследования.

Растения базилика (*Ocimum basilicum* L.) относятся к изучаемым видам лекарственного растительного сырья Северного Кавказа, они заслуживают пристального внимания и являются перспективными для дальнейшего научного изучения.

В настоящее время все более популярным становится исследование листьев базилика за счет широкого спектра фармакологических свойств и благодаря их богатому биохимическому составу. Надземные части базилика содержат большое количество биологически активных веществ, к которым можно отнести как фенольные соединения, включая антоцианы и флавоноиды, так и эфирные масла.

В листьях базилика отмечено высокое содержание эссенциальных микро- и макроэлементов, что позволяет использовать изучаемое растение в качестве приправ и добавок для решения проблем дефицита важных нутриентов в обычном питании не только сезонно, но и круглогодично.

Ранее было установлено, что базилик в своем составе содержит значительные количества природных высокомолекулярных фенольных компонентов с разнообразным химическим составом, подобные соединения называют дубильными веществами. Также в растении накапливаются бензойная и лимонная органические кислоты, моно- и дисахариды, синтезируются витамины, в том числе аскорбиновая кислота [4]. Благодаря широкому разнообразию действующих веществ, теплый базиликовый чай способствует укреплению иммунитета, восстанавливает общие силы организма, обладает обезболивающими и противовоспалительными свойствами, помогает при профилактике респираторных заболеваний [5].

Существенное присутствие в базилике фенольных соединений дает полное право уделить огромное внимание антиоксидантной активности листьев растения. Исследователи различных стран указывают на антиканцерогенное и противовоспалительное действие листьев базилика [7].

В головном мозге при систематическом употреблении свежего базилика снижается риск острого нарушения кровообращения и предотвращаются его возможные осложнения. Эта травянистая культура способна защитить нейроны от повреждений и предотвратить их гибель, восстановить когнитивные и поведенческие функции. Отмечено улучшение нервно-мышечной координации, активизация познавательных процессов и укрепление памяти, благодаря использованию настоев из листьев базилика [6].

Экстракты базилика, оказывая сосудорасширяющее действие, препятствуют образованию тромбов, это можно эффек-

тивно использовать в лечении сердечно-сосудистых патологий. При инфаркте миокарда они также предупреждают поражение клеток этого органа.

**Цель исследования.** Сравнительное изучение состава биологически активных веществ свежих, замороженных и высушенных листьев базилика (*Ocimum basilicum L.*) трех сортов (Бархат, Арапат, Гвоздичный), произрастающих на территории Северного Кавказа.

Объектом исследования являются высушенные листья базилика (*Ocimum basilicum L.*) трех сортов, собранные в условиях естественного произрастания в предгорной зоне Республики Адыгея летом 2024 г.

Готовили для анализа свежесобранную зелень базилика следующим образом: одну часть сушили естественным способом, для этого раскладывали ее тонким слоем под хорошо вентилируемым навесом, постоянно переключивали. Вторую часть сырья искусственным методом при температуре не более 60 °С высушивали в лабораторном сушильном шкафу. Третью часть образцов поместили в морозильную камеру и выдерживали их при температуре минус 18 °С.

**Методы.** В процессе исследования были использованы стандартные методы анализа, используемые при изучении растительного сырья.

Количественное определение БАВ в листьях базилика проводилось по методикам, изложенным в фармакопейных статьях ГФ РФ XIV [8]. Титриметрически с использованием 2,6-дихлофенолиндофенолята натрия определяли содержания витамина С согласно ФС 2.5.0106.18 ГФ XIV «Шиповника плоды». Количественный состав дубильных веществ определялся перманганатометрически по ОФС. 1.5.3.0008.18 ГФ XIV «Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах».

Определение количественного состава каротиноидов проводили согласно ФС 42-3192-95 спектрофотометрическим методом. При количественной оценке зеленого

пигмента хлорофилла применяли метод спектрофотометрии, который всесторонне реализуется при анализе лекарственного растительного сырья.

Используя медиаторную систему пероксид водорода – йодид калия окислительно-восстановительного титрования, проводили изучение антиоксидантной активности (АОА) полученных растительных экстрактов из листьев базилика различных сортов, тогда как среда раствора была кислой [14].

**Результаты.** В ходе исследования были установлены биологически активные вещества (выход сухого вещества, аскорбиновая кислота, каротиноиды, хлорофилл), а также определена антиоксидантная активность листьев базилика трех сортов, произрастающих на территории Республики Адыгея, при различных способах консервации.

Биохимический состав базилика является его основополагающим критерием качества. Около 90 % влаги содержит в своем составе изучаемое растение, при этом даже в таком незначительном запасе сухого вещества, определено весьма высокое количество биологически важных соединений, которые являются жизненно необходимыми для нормального протекания физиологических и психических процессов человеческого организма. Соотношение сухого вещества и воды зависит от места произрастания, физиологического состояния растений и видовой принадлежности.

Хозяйственная ценность в целом и вкусовые качества продукции напрямую зависят от содержания сухого вещества в изучаемом виде. На долю сухого вещества растения до 95 % приходится на совокупность органических соединений, которые представлены углеводами (клетчаткой, сахарами, пектиновыми веществами, крахмалом), белковыми и другими азотистыми веществами, жирными кислотами. Данный показатель определяет полноту его использования в технологическом процессе и качество исходного сырья. Технически простая и высокоточная оценка сухих веществ

является удобным методом контроля сырья и готовых средств.

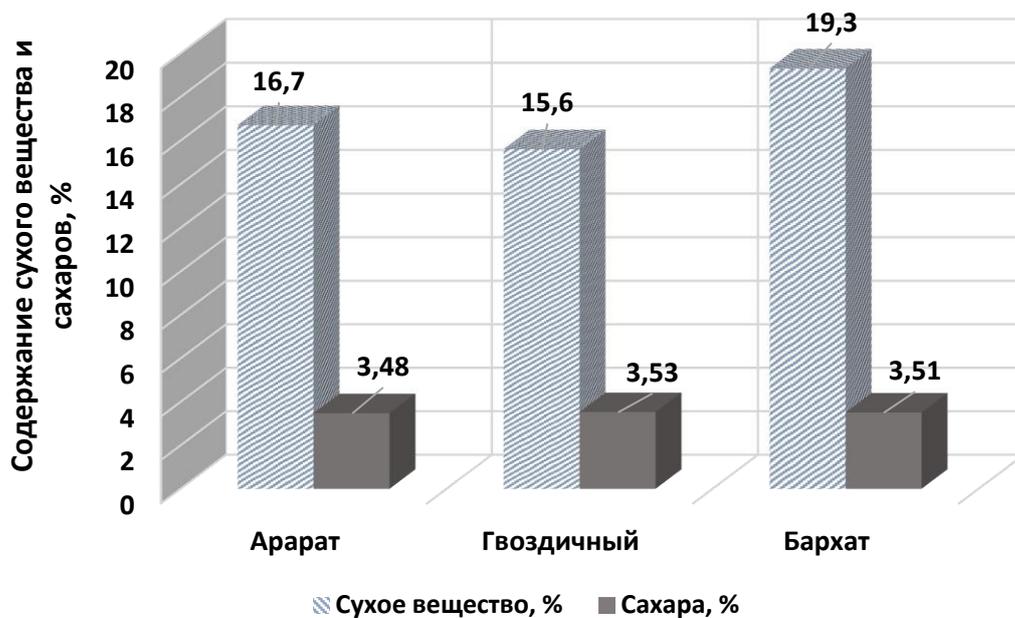
Количественное содержание сухих веществ определяет их концентрацию в испытуемом материале [9].

Нами было установлено процентное соотношение сухого вещества и суммы сахаров в свежесобранных, замороженных и сушеных листьях базилика исследуемых сортов Бархат, Арарат, Гвоздичный. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Экспериментально нами был установлен показатель выхода сухого вещества свежей зелени исследуемых сортов. Наибольшее содержание сухих веществ выявлено у сортов Бархат (19,3 %) и Арарат (16,7 %). Отмечено, что содержание

сахаров в свежесобранной зелени изучаемых сортов базилика существенно не отличалось. По результатам проведенных исследований количественного определения сухого вещества и суммы сахаров в свежесобранных надземных органах растений были составлены графические зависимости, представленные на рисунке 1.

Процесс замораживания растительного материала, по мнению ряда ученых, является одним из действенных способов консервации, поскольку заморозка сырья сдерживает развитие микроорганизмов (грибов, бактерий, дрожжей), способных вызывать порчу пищевых продуктов. Отмечено, что вкусовые и питательные качества хорошо сохраняются именно в замороженном сырье [10].



**Рис. 1.** Массовая доля сухого вещества и сахаров в свежих, замороженных и сушеных листьях базилика

**Fig. 1.** Mass fraction of dry matter and sugars in fresh, frozen and dried basil leaves

**Таблица 1.** Содержание сухого вещества и сахаров в свежих, замороженных и сушеных листьях базилика

**Table 1.** Dry matter and sugar content of fresh, frozen and dried basil leaves

Сорт	Свежие листья		Замороженные листья		Сушеные листья	
	Сухое вещество, %	Сахара, %	Сухое вещество, %	Сахара, %	Сухое вещество, %	Сахара, %
Арарат	16,7	3,48	16,6	2,98	93,1	9,4
Гвоздичный	15,6	3,53	13,9	3,01	92,9	12,1
Бархат	19,3	3,51	18,7	3,18	93,2	9,7

Последние годы повсеместно в массовом производстве стали замораживать фрукты, ягоды и овощи при очень низких температурах – до минус ста градусов и ниже. Такой способ консервирования называют «быстрой заморозкой». При подобном замораживании готовая продукция практически на сто процентов сохраняет все ценные свойства.

В течение двух часов после сбора урожая свежей зелени базилика сырье было отправлено на замораживание при температуре  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  в морозильные камеры. По истечении двух месяцев хранения в замороженном состоянии нами был проведен анализ на содержание биологически ценных компонентов.

Первоначально в замороженной зелени было установлено количественное содержание сухих веществ и суммарный показатель сахаров. Наибольшие результаты обоих критериев отмечены в листьях базилика сорта Бархат (соответственно 18,7 % и 3,18 %). Результаты исследования содер-

жания сухого вещества и простых сахаров в замороженных листьях базилика различных сортов представлены на рисунке 2.

Сушка является старейшим и быстрым естественным способом остановки всех биохимических процессов в клетках, которые могут протекать только в водной среде. В свежесобранном лекарственном сырье на долю воды приходится до 80 %. Для длительного хранения из него необходимо удалить влагу. Если ее количество снизить до 20 %, то это существенно снизит ферментную активность и скорость биохимических превращений, а при понижении до 14 % практически полностью останавливаются химические процессы внутри клетки, которые могут привести к разложению основных действующих веществ, а ферментативная деятельность вообще прекращается. Вместе с тем при обезвоживании растительного материала прекращается развитие микроорганизмов и плесневых грибов, которые способны снижать качество фитосырья.

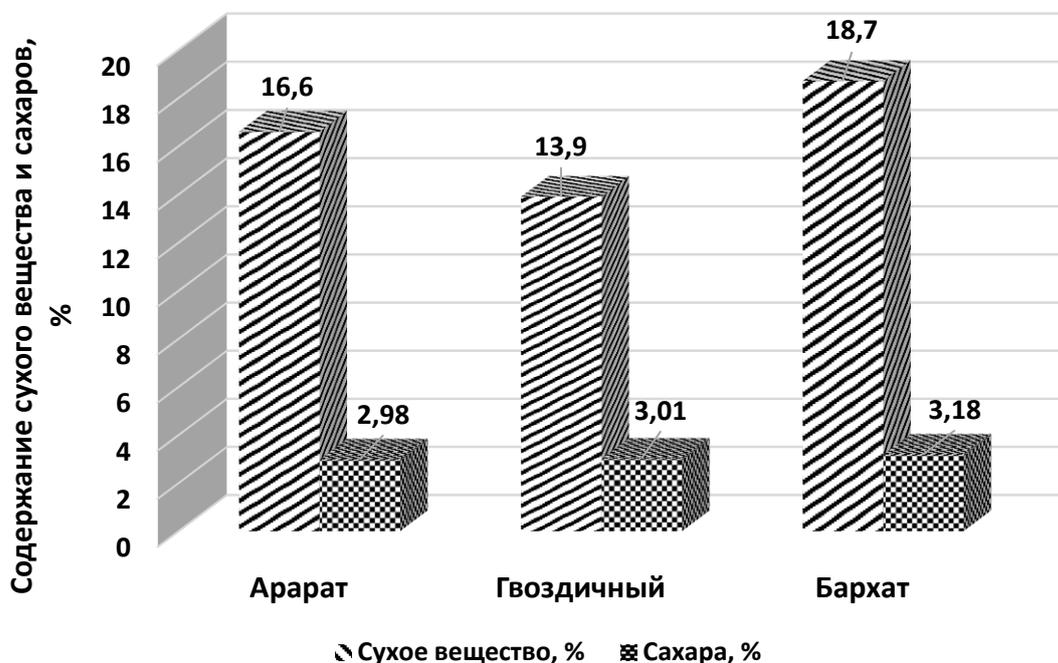


Рис. 2. Массовая доля сухого вещества и сахаров в замороженных листьях базилика

Fig. 2. Mass fraction of dry matter and sugars in frozen basil leaves

К недостаткам процесса сушки растительного сырья можно отнести изменение его органолептических свойств, снижение количества витаминов, повышение калорийности продукции [11].

Полученные данные сравнительного изучения химического состава высушенной и свежесобранной зелени базилика показали, что при сушке в образцах возросло в 5 раз количество сухих веществ. В то же время и количественное содержание сахаров повысилось примерно в 3,5 раза. Вместе с тем пересчет на сухое вещество показал, что в процессе высушивания потери сахаров достигли 20-25 %. В сырье листьев базилика сорта Гвоздичный обнаружено максимальное значение простых углеводов, оно составило 12,1 %. Результаты исследования представлены на рисунке 3.

Накопление аскорбиновой кислоты в свежей зелени непосредственно зависит от природных факторов и от поступления в растение питательных элементов. Отмечено, что листья растений активно синтезируют аскорбиновую кислоту, а в молодом возрасте ее содержание лидирует. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях в процессе онтогенеза

постепенно снижается и по окончании цветения вследствие усиления гидролитических процессов происходит ее резкий спад [12].

Являясь общепризнанным активным антидотом свободно радикальных механизмов и природным антиоксидантом в растительном сырье, аскорбиновая кислота зарекомендовала себя как полифункциональное соединение, которое способно обратимо восстанавливаться и окисляться, благодаря этому она принимает активное участие в важнейших биохимических процессах живой клетки и может служить показателем антиоксидантной активности [12].

Применяемый количественный метод определения аскорбиновой кислоты в свежем и замороженном сырье опирается на её восстановительную способность. Результаты исследования содержания витамина С представлены в таблице 2.

Согласно этому, наибольшее количество аскорбиновой кислоты накапливает свежая зелень сорта Гвоздичный (4,5 мг/100 г) и сорта Арарат (4,4 мг/100 г). Вместе с тем и замороженное сырье этих же сортов содержит наибольшие значения витамина С.

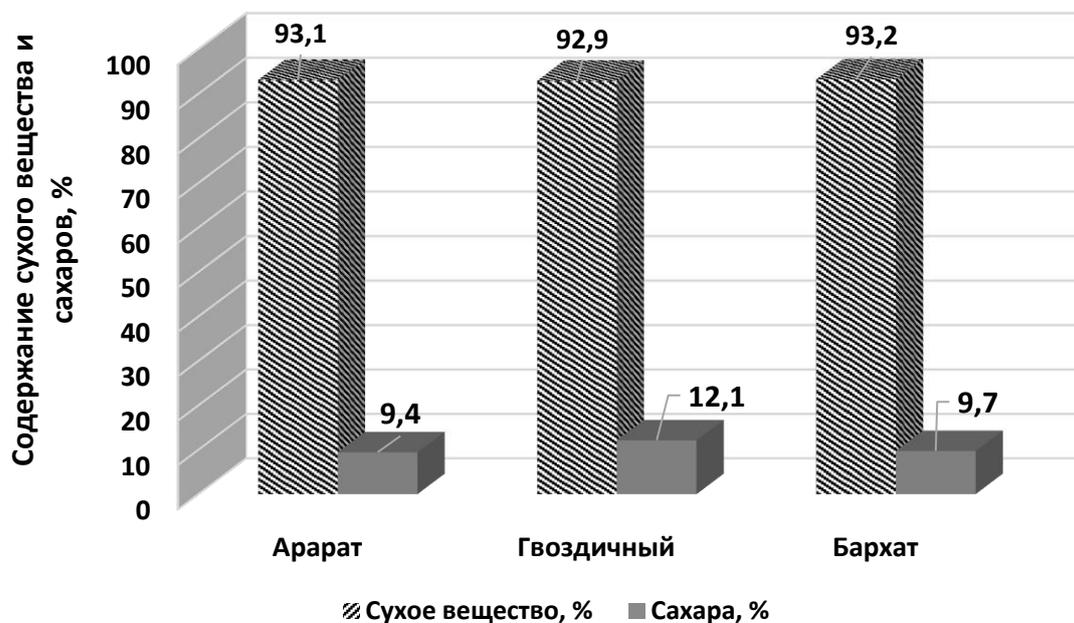


Рис. 3. Массовая доля сухого вещества и сахаров в сушеных листьях базилика

Fig. 3. Mass fraction of dry matter and sugars in dried basil leaves

**Таблица 2.** Количество аскорбиновой кислоты в свежесобранной зелени и замороженном сырье базилика различных сортов, мг/100 г  
**Table 2.** The amount of ascorbic acid in freshly picked greens and frozen raw materials of basil of different varieties, mg/100 g

Сорт	Свежие листья	Замороженные листья
Арагат	5,41	4,94
Гвоздичный	5,62	5,22
Бархат	3,51	2,91

Титриметрическое исследование количественного содержания аскорбиновой кислоты трех изучаемых видов базилика представлены на рисунке 4.

Многие фармакологические свойства растений, к которым относят противовоспалительные, антибактериальные и ранозаживляющие, определяет растительный пигмент хлорофилл. В фармакогностических исследованиях в качестве показателя экологической чистоты лекарственного растительного

объекта исследуют содержание фотосинтезирующего пигмента хлорофилла [13].

Проведя предварительное экстрагирование растительного материала 96 %-ным раствором этилового спирта и используя спектрофотометрический метод, определили процентное содержание хлорофилла. Результаты исследования содержания хлорофилла в свежесобранных и консервированных листьях базилика трех сортов представлены в таблице 3.



**Рис. 4.** Количество аскорбиновой кислоты в свежих, замороженных и сушеных листьях базилика

**Fig. 4.** The amount of ascorbic acid in fresh, frozen and dried basil leaves

**Таблица 3.** Содержание хлорофилла в свежей зелени, замороженном и сушеном сырье базилика различных сортов, мг/100 г

**Table 3.** Chlorophyll content in fresh greens, frozen and dried raw materials of basil of different varieties, mg/100 g

Сорт	Свежие листья	Замороженные листья	Сушеные листья
Арагат	206	188	179
Гвоздичный	157	147	139
Бархат	182	173	167

Показано, что свежая зелень сорта Арагат накапливает максимальное количество хлорофилла – до 206 мг/100 г. Результаты исследования содержания хлорофилла в растительном сырье представлены на рисунке 5.

Однако и в замороженных листьях базилика сорта Арагат содержание хлорофилла также достигает наибольшего значения (188 мг/100 г), а наименьший показате-

ль приходится на сорт Гвоздичный – до 147 мг/100 г.

Установлено, что во время сушки большие потери приходятся на растительный пигмент хлорофилл. Лучшую сохранность зеленого пигмента при высушивании показал сорт Арагат – 179 мг/100 г.

Полученные нами результаты определения каротиноидов в растительном сырье представлены на рисунке 6.

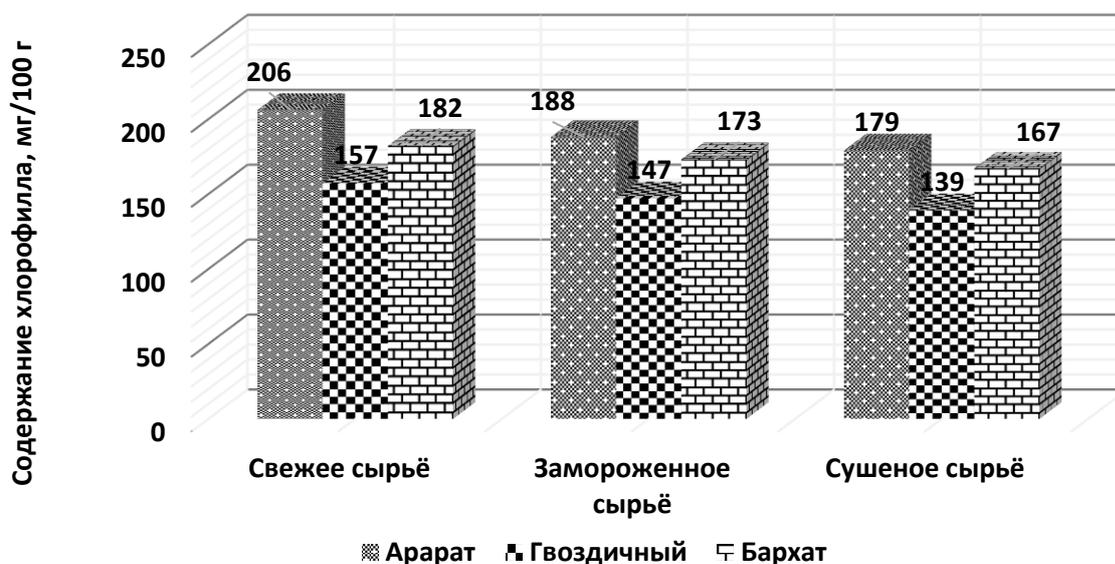


Рис. 5. Количество хлорофилла в свежих, замороженных и сушеных листьях базилика

Fig. 5. The amount of chlorophyll in fresh, frozen and dried basil leaves

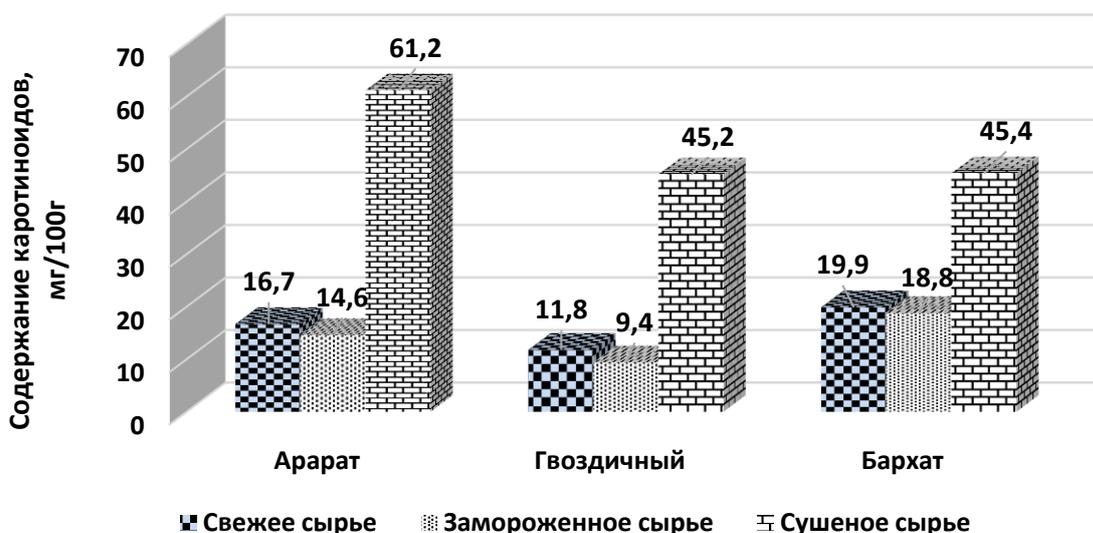


Рис. 6. Количество каротиноидов в свежих, замороженных и сушеных листьях базилика

Fig. 6. The amount of carotenoids in fresh, frozen and dried basil leaves

Необходимо отметить, что в сушеной зелени базилика установлено также высокое количество органических пигментов – каротиноидов. Наибольшие значения этого пигмента в сушеном сырье базилика показал сорт Арарат – 61 мг/100 г. Потери при сушке составили до 15 %. Вместе с тем наибольшее количество каротиноидов после заморозки сохранил сорт Бархат – до 18,8 86 мг/100 г.

Сушеная зелень базилика хорошо сохраняет не только каротиноиды, но и сахара. Отмечается, что в процессе замораживания зелени базилика уровень сахаров не подвергается значительным колебаниям; подтверждено снижение аскорбиновой кислоты на 8-12 %, а потери жирорастворимых пигментов каротиноидов в зависимости от сорта составили от 3 до 8 %.

В процессе работы проведено экстрагирование заготовленных образцов базилика. Нам удалось установить зависимость антиоксидантных свойств полученных растительных экстрактов от продолжительности процесса извлечения и концентрации растворителя.

Экстракты, полученные из исследуемого растительного сырья, показали высокую антиоксидантную активность (АОА) благодаря высокой концентрации БАВ ан-

тиоксидантного действия, т.е. количественным и качественным составом фенольных соединений. В растительных извлечениях показатель суммарного содержания антиоксидантов составил от 50 до 70 %. Это обстоятельство позволяет рассматривать исследуемое сырье базилика в качестве перспективного ресурса растительных антиоксидантов.

Результаты исследования АОА представлены на рисунке 7. Можно утверждать, что до установленного объема приливаемого экстракта процессы свободнорадикального окисления остаются практически неизменными, а затем происходит их резкое понижение. Получается, что при наступлении определенной концентрации добавляемых фенольных соединений, антиоксидантная активность приобретает дозозависимый характер [15].

Данные об антиоксидантных характеристиках полученных нами экстрактов в течение 25 минут изображены на рисунке 8. Результаты свидетельствуют о том, что антиоксидантная активность фенольных соединений, выделенных из наземной части растений, с течением времени постепенно уменьшается и через определенное время заканчивается, что связано с расходом фенольных соединений.

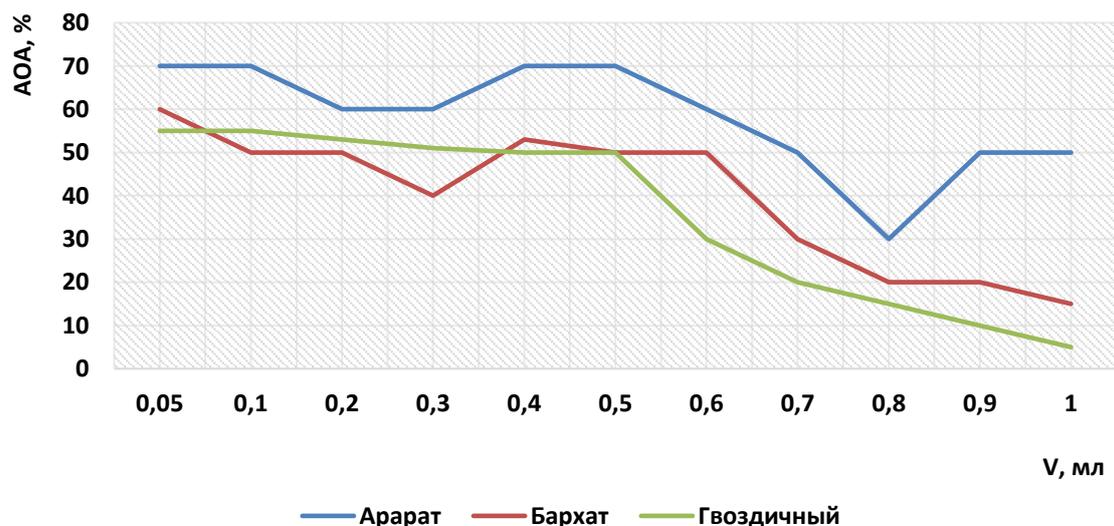
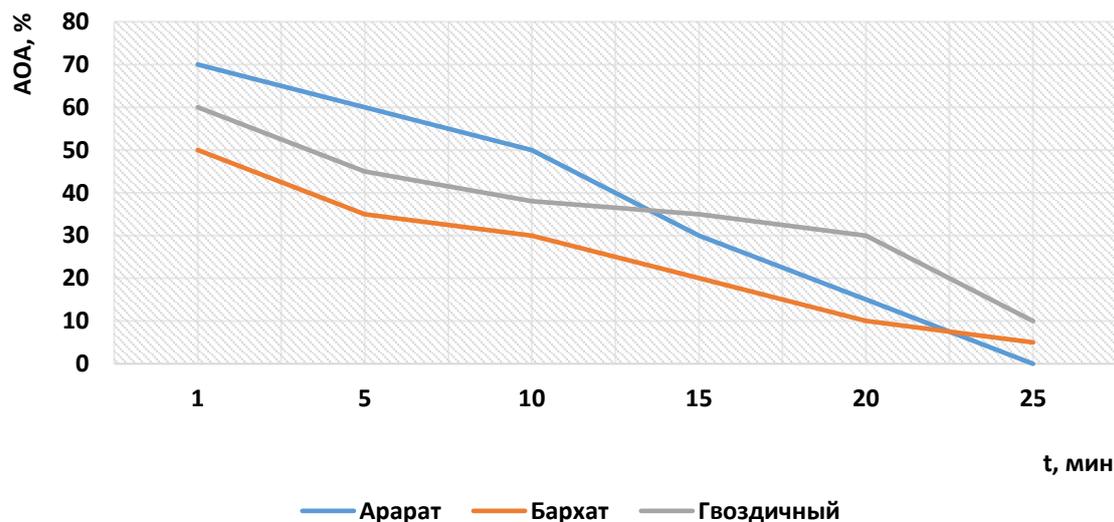


Рис. 7. Изменение антиоксидантной активности от добавления определенного объема экстракта

Fig. 7. Change in antioxidant activity due to the addition of a certain volume of extract



**Рис. 8.** Изменение антиоксидантной активности исследуемых экстрактов от времени экстрагирования

**Fig. 8.** Change in antioxidant activity of the studied extracts depending on the extraction time

Полученные результаты доказали высокую АОА экстрактов из надземных органов растений базилика различных сортов, произрастающих в Республике Адыгея. Это делает их перспективным источником экзогенных антиоксидантов, которые являются ключевым звеном в работе ферментативных систем организма. Поэтому трава базилика рекомендуется для дальнейшего подробного изучения состава природных антиоксидантов и антиоксидантных свойств с целью рекомендации к широкому фармакологическому применению.

**Заключение.** Анализируя полученные данные по изучению биологически активных веществ растительного сырья Северного Кавказа различных способов консервации, можно сделать следующие выводы.

Содержание сахаров в замороженном сырье базилика составило от 2,98 % до 3,18 %. В свежем сырье этот показатель составил 3,48-3,51 %. Выявлено, что аскорбиновая кислота в процессе консервации растительного сырья существенно снижается, а непосредственно при замораживании имеется возможность снизить эти потери. Это подтверждается следующими сравнительными данными: листья базилика, которые были заморожены, содержали аскорбиновой кислоты до 4,94 мг/100 г, а в све-

жих листьях базилика это показатель варьировал от 3,51 до 5,62 мг/100 г. Представленные результаты свидетельствуют о незначительных потерях витамина С при замораживании, их потери – от 10 до 15 % в зависимости от сорта базилика.

Для сохранения товарного вида замороженной продукции крайне важен цвет растительного сырья. Процесс потемнения и биохимических превращений пигментов (флавоноидов, хлорофилла, антоцианов) является следствием изменения цвета сырья. В замороженных листьях базилика нами установлено достаточно высокое содержание хлорофилла – 147-188 мг/100 г. Кроме того, замороженная зелень базилика содержит значительное количество каротиноидов: от 9,4 до 18,8 %, что составляет до 95 % от содержания этих пигментов в свежесобранной зелени. На долю потерь этих изопреноидов приходится лишь 3-5 %.

Анализ химического состава сушеного базилика показал, что потери питательных веществ при сушке были в следующих пределах: сахаров – 20-25 %, каротиноидов – 10-35 % и хлорофилла – 20-40 % в зависимости от сорта.

Таким образом, сравнительное изучение биохимического состава исследуемого сырья Северного Кавказа показало, что замо-

роженная зелень является достойной альтернативой свежему сырью. Полученные данные при замораживании сырья подтверждают, что потери биологически ценных веществ невелики. Если сравнивать вкусовые качества и пищевую ценность замороженной и свежесобранной зелени базилика, то можно установить их сходство. Именно быстрое замораживание сохраняет существенную долю полезных веществ и сохраняет природный цвет листьев. При этом сушеная зелень базилика не уступает по количественным показателям БАВ и питательной ценности, в ней хорошо сохраняются простые углеводы и каротиноиды, которые

являются единственным и безопасным источником природного витамина А. Сортная принадлежность базилика также имеет существенное значение, поскольку от нее в первую очередь зависит содержание биологически ценных соединений. Отмечено, что на накопление биологически активных соединений также оказывает влияние сортная принадлежность базилика.

В работе экспериментально обоснована возможность применения экстрактов базилика в качестве пищевых антиоксидантов. Выявлена зависимость антиоксидантных свойств полифенольных соединений от концентрации экстрагента и времени извлечения.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аутлева Т.Б., Сичко Н.О. Исследование основных групп БАВ листьев малины обыкновенной // Молодая аграрная наука: материалы Международной научно-практической конференции (к 30-летию образования Майкопского государственного технологического университета, 1993-2023 гг.) (28 апр. 2023 г.). Майкоп: Магарин О.Г., 2023. С. 20-25.

2. Короткий И.А. Исследование влияния режимов замораживания и низкотемпературного хранения на качественные показатели ягод черной смородины [Электронный ресурс] // Вестник КрасГАУ. 2008. № 2. С. 291-294. URL: <https://file:///C:/Users/USER/Downloads/issledovanie-vliyaniya-rezhimov-zamorazhivaniya-i-nizkotemperaturnogo-hraneniya-na-kachestvennye-pokazateli-yagod-chnoy-smorodiny.pdf> (дата обращения 01.04.2025).

3. Ильина М.Б., Сергунова Е.В., Самылина И.А. Современные способы консервации лекарственного растительного сырья: варибельность содержания и стабильность биологически активных веществ [Электронный ресурс] // Фармация. 2022. Т. 71, № 2. С. 17-21. URL: [file:///C:/Users/Admin/Downloads/sovremennye-sposoby-konservatsii-lekarstvennogo-rastitelnogo-syrya-variabelnost-soderzhaniya-i-stabilnost-biologicheski-aktivnyh-veschestv%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/sovremennye-sposoby-konservatsii-lekarstvennogo-rastitelnogo-syrya-variabelnost-soderzhaniya-i-stabilnost-biologicheski-aktivnyh-veschestv%20(1).pdf) (дата обращения 31.03.2025).

4. Изменение биологически активных веществ плодов шиповника в процессе хранения. [Электронный ресурс] / Тимофеева В.Н. [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. 2006. № 1. С. 10-11. URL: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/izmenenie-biologicheski-aktivnyh-veschestv-plodov-shipovnika-v-protssesse-hraneniya.pdf> (дата обращения 31.03.2025).

5. Vilkickyte G., Raudone L., Petrikaite V. Phenolic Fractions from *Vaccinium vitis-idaea* L. and Their Antioxidant and Anticancer Activities Assessment // Antioxidants (Basel). 2020. No. 9 (12). P. 1261. DOI: 10.3390/antiox9121261.

6. Синютина С.Е. Экстракция флавоноидов из лекарственного растительного сырья и изучение их антиоксидантных свойств [Электронный ресурс] // Вестник ТГУ. 2011. № 16

- (1). С. 345-347. URL: <https://file:///C:/Users/USER/Downloads/ekstraktsiya-flavonoidov-iz-rastitelnogo-syrya-i-izuchenie-ih-antioksidantnyh-svoystv.pdf> (дата обращения 31.03.2025).
7. Kähkönen M.P. Berry phenolics and their antioxidant activity // *Journal of agricultural and food chemistry*. 2001. Vol. 49, No. 8. P. 4076-4082.
8. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Т. 1. М., 2018. 1815 с.
9. Попов И.В., Тохсырова З.М. Чумакова В.В. Исследование влияния условий сушки на качество сырья растений семейства яснотковые [Электронный ресурс] // Молодые ученые и фармация XXI века: сборник научных трудов Третьей научно-практической конференции с международным участием (Москва, 15 дек. 2015 г.). М., 2015. С. 111-113. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=wddeqv> (дата обращения 27.03.2025).
10. Lahachoopol V., Srzednicki G., Graske J. The change of total antocyanins in Blueberries and their antioxidant effect after drying and freezing // *J. Biomed Biotechnol*. 2004. No. 5. P. 248-252.
11. Говорущенко Д.В., Сичко Н.О. Исследование фенольных соединений и антиоксидантной активности пряно-ароматических растений // Актуальные проблемы АПК и рациональное природопользование: наука молодых: материалы Всероссийской студенческой научно-практической интернет-конференции (Майкоп, 18 нояб. 2022 г.). Майкоп: Магарин О.Г., 2023. С. 65-70.
12. Сергунова Е.В. Стабильность аскорбиновой кислоты и способ консервации растительного сырья [Электронный ресурс] // *Фармация*. 2014. № 4. С. 13-16. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21649948> (дата обращения 01.04.2025).
13. Стальная М.И., Сичко Н.О. Изучение биологически активных веществ растений Северо-Западного Кавказа, оказывающих седативное действие // *Новые технологии*. 2024. Т. 20, № 2. С. 157-169.
14. Сичко Н.О. Исследование влияния используемого растворителя на антиоксидантную активность экстрактов вишни // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: материалы VII Международной научно-практической онлайн-конференции (16-18 ноября 2022 г.). Майкоп: Магарин О.Г., 2022. С. 174-179.
15. Филиппенко Т.А. Антиоксидантное действие экстрактов лекарственного сырья и фракций их фенольных соединений [Электронный ресурс] // *Химия растительного сырья*. 2012. № 1. С. 77-81. URL: <https://file:///C:/Users/USER/Downloads/antioksidantnoe-deystvie-ekstraktov-lekarstvennyh-rasteniy-i-fraktsiy-ih-fenolnyh-soedineniy.pdf> (дата обращения 01.04.2025).

## REFERENCES

1. Autleva T.B., Sichko N.O. Investigation of the main groups of biologically active substances of common raspberry leaves // *Young agricultural science: materials of the International scientific and practical conference (to the 30th anniversary of the foundation of Maikop State Technological University, 1993-2023) (April 28, 2023)*. Maikop: Magarin O.G., 2023. P. 20-25. [In Russ.]
2. Korotkiy I.A. Investigation of the influence of freezing and low-temperature storage modes on the quality indicators of black currant berries [Electronic resource] // *Bulletin of KrasSAU*. 2008. No. 2. P. 291-294. URL: <https://file:///C:/Users/USER/Downloads/issledovanie-vliyaniya-rezhimov-zamorazhivaniya-i-nizkotemperaturnogo-hraneniya-na-kachestvennye-pokazateli-yagod-chnoy-smorodiny.pdf> (date of access 01.04.2025). [In Russ.]
3. Plyina M.B., Sergunova E.V., Samylina I.A. Modern methods of preservation of medicinal plant raw materials: variability of content and stability of biologically active substances [Electronic resource] // *Pharmacy*. 2022. Vol. 71, No. 2. P. 17-21. URL:

file:///C:/Users/Admin/Downloads/sovremennyye-sposoby-konservatsii-lekarstvennogo-rastitelnogo-syrya-variabelnost-soderzhaniya-i-stabilnost-biologicheskii-aktivnyh-veschestv%20(1).pdf (date of access 31.03.2025). [In Russ.]

4. Changes in biologically active substances of rose hips during storage. [Electronic resource] / Timofeeva V.N. [et al.] // News of universities. Food technology. 2006. No. 1. P. 10-11. URL: file:///C:/Users/Admin/Downloads/izmenenie-biologicheskii-aktivnyh-veschestv-plodov-shipovnika-v-protse-ss-e-hraneniya.pdf (date of access: 31.03.2025). [In Russ.]

5. Vilckicte G., Raudone L., Petrikaite V. Phenolic Fractions from *Vaccinium vitis-idaea* L. and Their Antioxidant and Anticancer Activities Assessment // Antioxidants (Basel). 2020. No. 9 (12). P. 1261. DOI: 10.3390/antiox9121261.

6. Sinyutina S.E. Extraction of flavonoids from medicinal plant materials and study of their antioxidant properties [Electronic resource] // Bulletin of TSU. 2011. No. 16 (1). P. 345-347. URL: <https://file:///C:/Users/USER/Downloads/ekstraktsiya-flavonoidov-iz-rastitelnogo-syrya-i-izuchenie-ih-antioksidantnyh-svoystv.pdf> (date of access 31.03.2025). [In Russ.]

7. Kahkonen M.P. Berry phenolics and their antioxidant activity // Journal of agricultural and food chemistry. 2001. Vol. 49, No. 8. P. 4076-4082.

8. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV edition. Vol. 1. Moscow, 2018. 1815 p. [In Russ.]

9. Popov I.V., Tokhsyrova Z.M. Chumakova V.V. Study of the effect of drying conditions on the quality of raw materials of plants of the Lamiaceae family [Electronic resource] // Young scientists and pharmacy of the XXI century: collection of scientific papers of the Third scientific and practical conference with international participation (Moscow, December 15, 2015). M., 2015. P. 111-113. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=wddeqv> (date of access 27.03.2025). [In Russ.]

10. Lahachompol V., Srzednicki G., Graske J. The change of total anthocyanins in Blueberries and their antioxidant effect after drying and freezing // J. Biomed Biotechnol. 2004. No. 5. P. 248-252.

11. Govorushchenko D.V., Sichko N.O. Study of phenolic compounds and antioxidant activity of aromatic plants // Actual problems of the agro-industrial complex and rational nature management: science of the young: materials of the All-Russian student scientific and practical Internet conference (Maikop, November 18, 2022). Maikop: Magarin O.G., 2023. P. 65-70. [In Russ.]

12. Sergunova E.V. Stability of ascorbic acid and method of preservation of plant raw materials [Electronic resource] // Pharmacy. 2014. No. 4. P. 13-16. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21649948> (date of access: 01.04.2025). [In Russ.]

13. Stalnaya M.I., Sichko N.O. Investigation of biologically active substances of plants of the North-West Caucasus with a sedative effect // New technologies. 2024. Vol. 20, No. 2. P. 157-169. [In Russ.]

14. Sichko N.O. Investigation of the influence of the solvent used on the antioxidant activity of cherry extracts // Science, education and innovation for the agro-industrial complex: state, problems and prospects: materials of the VII International scientific and practical online conference (November 16-18, 2022). Maikop: Magarin O.G., 2022. P. 174-179. [In Russ.]

15. Filippenko T.A. Antioxidant action of extracts of medicinal raw materials and fractions of their phenolic compounds [Electronic resource] // Chemistry of plant raw materials. 2012. No. 1. P. 77-81. URL: <https://file:///C:/Users/USER/Downloads/antioksidantnoe-deystvie-ekstraktov-lekarstvennyh-rasteniy-i-fraktsiy-ih-fenolnyh-soedineniy.pdf> (date of access: 01.04.2025). [In Russ.]

#### **Информация об авторах / Information about the authors**

**Сичко Наталья Олеговна**, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры химии и физико-химических методов исследования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000 Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5822-1293>, e-mail: [sichko1971@mail.ru](mailto:sichko1971@mail.ru)

**Стальная Марина Ильинична**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры химии и физико-химических методов исследования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000 Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, ORCID: [ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0403-1408](https://orcid.org/0000-0002-0403-1408), e-mail: [marina.stalnaja@yandex.ru](mailto:marina.stalnaja@yandex.ru)

**Natalia O. Sichko**, PhD (Pedagogics), Associate Professor, the Department of Chemistry and Physicochemical Research Methods, Maykop State Technological University; 385000 the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5822-1293>, e-mail: [sichko1971@mail.ru](mailto:sichko1971@mail.ru)

**Marina I. Stalnaya**, PhD (Agr.), Associate Professor, the Department of Chemistry and Physicochemical Research Methods, Maykop State Technological University; 385000 the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: [ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0403-1408](https://orcid.org/0000-0002-0403-1408), e-mail: [marina.stalnaja@yandex.ru](mailto:marina.stalnaja@yandex.ru)

#### **Заявленный вклад соавторов**

Сичко Наталья Олеговна – подбор литературных источников, проведение экспериментов, сбор и подготовка к анализу сырья, валидация данных, оформление статьи по требованиям журнала

Стальная Марина Ильинична – планирование, выполнение и анализ данного исследования, оформление статьи по требованиям журнала

#### **Claimed contribution of the co-authors**

Sichko N.O. – selection of literary sources, conducting experiments, collecting and preparing raw materials for analysis, data validation, preparing the article in accordance with the Journal requirements

Stalnaya M.I. – planning, implementation and analysis of the research, preparing the article in accordance with the Journal requirements

Поступила в редакцию 11.04.2025  
Поступила после рецензирования 16.05.2025  
Принята к публикации 19.05.2025

Received 11.04.2025  
Revised 16.05.2025  
Accepted 19.05.2025

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-78-90>

УДК 637.344:612.392.72:641.5



## Разработка рецептуры и технология производства напитка на основе творожной сыворотки с добавлением фруктово-растительного сырья

Е.С. Смирнова✉, Е.О. Мельникова, Е.В. Ражина, Н.Л. Лопаева,  
О.В. Чепуштанова

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет»,  
г. Екатеринбург Российская Федерация,  
✉ekaterina-kazantseva@list.ru*

**Аннотация. Введение.** Согласно Доктрине производственной безопасности актуальными являются исследования в плане разработки и производства продукции функциональной направленности. Основная цель функциональных изделий – обеспечение организма необходимыми компонентами и защита от негативных факторов. Молочная сыворотка – продукт вторичной переработки, источник биологически активных веществ, полноценных белков и минералов. Разработана рецептура и технология производства напитка на основе творожной сыворотки с внесением фруктово-растительного сырья. Представлены результаты оценки качества по органолептическим и физико-химическим показателям. **Цель исследования.** Разработка рецептуры и технология производства кисломолочного напитка на основе творожной сыворотки с добавлением фруктового и растительного сырья. **Методы.** Качество сыворотки и готовых образцов оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с ГОСТ 34352-2017, ГОСТ 33957-2016. Кислотность устанавливали титриметрическим методом с использованием индикатора фенолфталеина. Органолептические показатели сыворотки и готовых образцов оценивали путем проведения дегустационной оценки с использованием описательно-аналитического метода. Дегустация осуществлялась экспертной комиссией с применением 5-балльной шкалы оценивания. **Результаты.** Лучшим был признан образец №2 (чернослив-курага), он обладал густой консистенцией с равномерно распределенными по всей массе вкраплениями вносимой добавки; кисловато-сладким вкусом и запахом с характерным для вносимых добавок фруктовым послевкусием; темно-кремовым, однородным цветом. При анализе физико-химических показателей определены показатели титруемой кислотности (°Т) и окислительно-восстановительного потенциала. Выявлено, что наибольшие значения исследуемых показателей у образца №2 (40°Т и 352,5 мВ соответственно). **Заключение.** Основываясь на полученные данные, рекомендуем к производству кисломолочный напиток с добавлением, в качестве обогащающих компонентов, чернослива и кураги.

**Ключевые слова:** творожная сыворотка, кисломолочный напиток, окислительно-восстановительный потенциал, фруктово-растительное сырье, мед, органолептические показатели, кислотность, дегустационная оценка

**Для цитирования:** Смирнова Е.С., Мельникова Е.О., Ражина Е.В., Лопаева Н.Л., Чепуштанова О.В. Разработка рецептуры и технология производства напитка на основе творожной сыворотки с добавлением фруктово-растительного сырья. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):78-90. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-78-90>

## Formulation development and production technology for a drink based on curd whey with the addition of fruit and vegetable raw materials

E.S. Smirnova✉, E.O. Melnikova, E.V. Razhina,  
N.L. Lopaeva, O.V. Chepushtanova

*Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, the Russian Federation,  
✉ekaterina-kazantseva@list.ru*

**Abstract. Introduction.** According to the Doctrine of Industrial Safety, research in terms of the development and production of functional products is relevant. The main goal of functional products is to provide the body with the necessary components and protect it from negative factors. Milk whey is a secondary processing product, a source of biologically active substances, complete proteins and minerals. A recipe and production technology for a drink based on curd whey with the addition of fruit and vegetable raw materials have been developed. The results of quality assessment based on organoleptic and physicochemical indicators have been presented. **The goal of the research** is to develop a recipe and production technology for a fermented milk drink based on curd whey with the addition of fruit and vegetable raw materials. **The methods.** The quality of whey and finished samples was assessed by organoleptic and physicochemical indicators in accordance with GOST 34352-2017, GOST 33957-2016. Acidity was determined by the titrimetric method using the phenolphthalein indicator. The organoleptic properties of the whey and finished samples were assessed by tasting using the descriptive and analytical method. The tasting was carried out by an expert committee using a 5-point assessment scale. **The results.** Sample No. 2 (prunes and dried apricots) has been recognized as the best. It has a thick consistency with inclusions of the added additive evenly distributed throughout the mass; a sweet and sour taste and smell, with a fruity aftertaste characteristic of the added additives; and a dark creamy, uniform color. When analyzing the physicochemical parameters, the titratable acidity ( $^{\circ}\text{T}$ ) and oxidation-reduction potential parameters have been determined. It has been revealed that sample No. 2 has the highest values of the studied parameters ( $40^{\circ}\text{T}$  and 352.5 mV, respectively). **The conclusion.** Based on the obtained data, we recommend the production of a fermented milk drink with the addition of prunes and dried apricots as enriching components.

**Keywords:** curd whey, fermented milk drink, oxidation-reduction potential, fruit and vegetable raw materials, honey, organoleptic indicators, acidity, tasting assessment

**For citation:** Smirnova E.S., Melnikova E.O., Razhina E.V., Lopayeva N.L., Chepushtanova O.V. Formulation development and production technology for a drink based on curd whey with the addition of fruit and vegetable raw materials. *Novye tehnologii/ New technologies*. 2025; 21(2): 78-90. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-78-90>

**Введение.** Ключевым сектором в странах с развивающейся экономикой является производство продуктов питания. Это оказывает существенное влияние на экономическое благосостояние, обеспеченность страны продовольствием и состояние здоровья населения [1].

Современная пищевая индустрия активно развивает новые направления, среди которых особую нишу занимают функциональные продукты питания. Растущая потребность в таких продуктах, как и в про-

дуктах лечебно-профилактического назначения, обусловлена несколькими ключевыми факторами, одним из которых является - интенсивная обработка сырья, приводящая к потере ценных компонентов, таких как витамины, пищевые волокна и фосфатиды. Помимо этого, свою роль играют широкое использование синтетических пищевых добавок и ухудшение экологической обстановки. Использование пищевых добавок обусловлено их способностью улучшать потребительские характеристики

продукции или возможностью оптимизации производства. Ухудшение же экологической обстановки становится причиной попадания в пищу вредных веществ, которые негативно влияют на здоровье организма. В результате современный человек подвержен дефициту важных питательных элементов, основным источником которых служит употребляемая им пища. Функциональные продукты призваны восполнить этот дефицит, обеспечивая организм необходимыми нутриентами и биологически активными веществами. Их употребление способствует поддержанию здоровья, активному долголетию и повышению работоспособности. В свою очередь, функциональные ингредиенты должны отвечать следующим критериям: быть безопасными, обладать определенными физико-химическими характеристиками, иметь установленные нормы потребления. Особенностью продуктов направленного действия является использование разнообразного сырья, включая нетрадиционное, и инновационных технологий, позволяющих повысить пищевую и биологическую ценность, продлить срок годности. Для обогащения продукта необходимыми компонентами используют различные вещества, чаще всего природного происхождения, или используют сырье, обладающее функциональными свойствами, например, молочную сыворотку, которая является побочным продуктом производства сыра и творога. В зависимости от вида производимого продукта выделяют подсырную, творожную и казеиновую сыворотку [2].

Создание функциональных продуктов, предназначенных для широкого потребления, представляет собой важную задачу государственного значения и является частью законодательной базы, регулирующей государственную политику в области производства функциональных и специализированных продуктов питания в Российской Федерации [3].

В настоящее время эффективное и рациональное использование сыворотки,

представляющей собой ценный ресурс, является актуальной задачей. Одним из методов рациональной переработки сыворотки является ее применение в качестве основы для создания различных напитков. Перспективным направлением в технологиях производства продуктов с заданными функциональными характеристиками является комбинированное использование молочного сырья (сыворотки) и различных видов растительного сырья [4-6].

Сыворотка выделяется среди прочих продуктов благодаря отсутствию вредных веществ в ее белковом составе. Белки сыворотки характеризуются способностью к образованию пены, эмульсий, связыванию воды и формированию гелей. Сывороточный протеин считается высококачественным пищевым белком, богатым аминокислотами с разветвленными цепями. Он способствует созданию мышечной ткани, снабжает организм необходимыми аминокислотами, проявляет антиоксидантные и противовоспалительные свойства [7-8].

Молочная сыворотка отличается сложным химическим составом, содержащим более двухсот значимых элементов. В сухой массе молочной сыворотки преобладают следующие компоненты: лактоза составляет 70%, азотистые соединения – 14,5%, жиры – 7,5%, а минеральные соли – 8%. Ценность сыворотки для организма обусловлена наличием в ней протеинов, витаминов, гормонов, органических кислот, иммунных факторов и микроэлементов [9-10].

Благодаря технологичности переработки сыворотки, она легко преобразуется в различные новые продукты, а ее вкус гармонично сочетается с разнообразными растительными добавками. Фенольные соединения, как низко-, так и высокомолекулярные, выделяются учеными как уникальные биологически активные вещества, способствующие укреплению здоровья и долголетию. Это обусловлено их мощными антиоксидантными и детоксицирующими свойствами, бактерицидным и другим лечебно-

профилактическим действием. Данные соединения в избытке присутствуют во фруктах, ягодах, овощах и прочем растительном сырье [11].

В молочной промышленности России ежегодно производится около 8 млн тонн сыворотки, из которых 60% составляет «кислая» сыворотка (творожная, казеиновая, йогуртовая), которая недостаточно используется в производственных процессах. Это связано с ее высокой кислотностью, повышенным содержанием минералов и нежелательными органолептическими характеристиками, такими как кисловатый вкус и терпкость. Для решения этой проблемы применяются различные ароматические ингредиенты, улучшающие или маскирующие вкус сывороточных напитков, в частности, фруктовое или растительное сырье (концентраты, соки, сиропы, мякоть и т.д.) [12-13].

Для повышения биологической и пищевой ценности в напитки добавляют витамины, белки, растительные экстракты лекарственных растений, содержащие широкий спектр веществ с различной фармакологической активностью [14].

Включение растительных компонентов в состав продуктов на основе молочной сыворотки позволяет модифицировать их функциональные характеристики. Подобное сочетание способствует оптимизации содержания витаминов, углеводов, минеральных элементов и диетических волокон в конечных продуктах. Перспективным направлением в разработке лечебно-профилактических, функциональных и обогащенных пищевых продуктов является применение биологически активных веществ, экстрагированных из растительного сырья, включая лекарственные растения [15].

В настоящее время рынок характеризуется ограниченным выбором продуктов, созданных на основе молочной сыворотки с добавлением овощного и плодово-ягодного сырья. Данные компоненты служат источником пищевых волокон, необходимых для поддержания нормальной работы организма [16].

**Цель исследования.** Разработка рецептуры и технологии производства напитка на основе творожной сыворотки с добавлением фруктово-растительного сырья.

**Методы исследования.** Исследования проводились на кафедре биотехнологии и пищевых продуктов ФГБОУ ВО «Уральского ГАУ». Объектами исследования выступали образцы кисломолочного напитка, в состав которых было введено фруктово-растительное сырье разной концентрации. Было произведено и оценено три образца кисломолочного напитка: №1 – яблоко-банан, №2 – чернослив-курага, №3 – яблоко-шпинат. Сыворотку для кисломолочных напитков готовили по классической рецептуре путем термической обработки творожного сгустка.

Качество сыворотки и готовых образцов оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с ГОСТ 34352-2017, ГОСТ 33957-2016. Кислотность определяли титриметрическим методом с применением индикатора фенолфталеина (ГОСТ 3624-92).

Оценку органолептических свойств проводили путем дегустационной оценки с использованием описательно-аналитического метода. Дегустация осуществлялась экспертной комиссией профессорско-преподавательского состава кафедры с использованием 5-балльной шкалы оценивания.

**Результаты.** Молочная сыворотка характеризуется легкостью усвоения, высокой биологической активностью и питательной ценностью, так как содержит в себе комплекс необходимых для человека питательных элементов. К ним относятся белки, аминокислоты, витамины и минеральные вещества, которые оказывают благоприятное воздействие на метаболические процессы в организме. За счет такого состава сыворотку относят к перспективному сырью, которое возможно использовать для разработки продуктов питания с улучшенными потребительскими свойствами. Использование сыворотки в пищевой промышленности позволяет создавать продукты с повы-

шенной пищевой ценностью, способствующие поддержанию здоровья и хорошему самочувствию [17].

Исследования проводились согласно схеме, представленной на рисунке 1.

Сыворотку для кисломолочного напитка производили классическим способом – путем естественного скисания молока при комнатной температуре с соблюдением следующей последовательности технологических процессов:

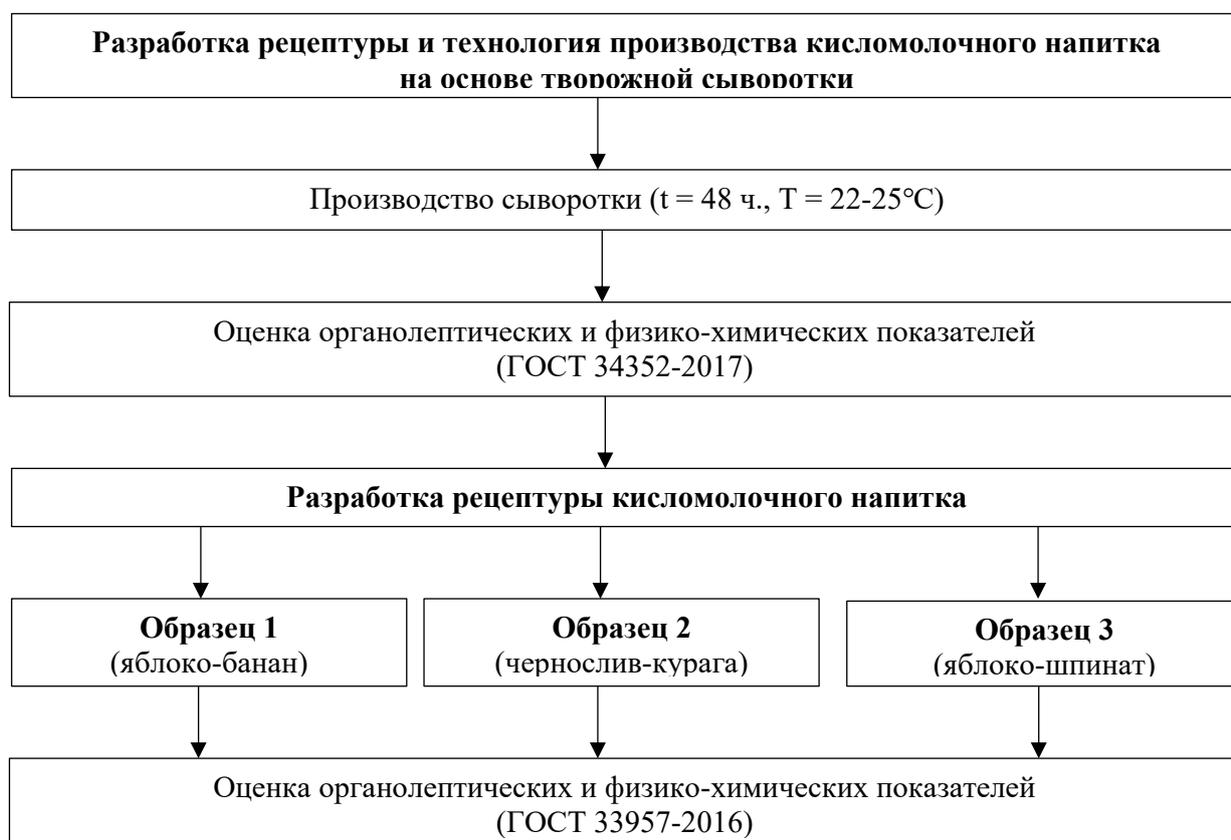
1. Скваживание. Нормализованное пастеризованное молоко (3,2%) сквашивать при температуре 22-25°C в течение 48 часов.

2. Термическая обработка ( $T = 100^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 40$  минут).

3. Обезвоживание творожного сгустка.

4. Охлаждение ( $T = 20^{\circ}\text{C}$ ).

После того, как сыворотка была готова, провели дегустационную оценку (табл. 1) с последующим определением кислотности (рис. 2).



**Рис. 1.** Схема исследования

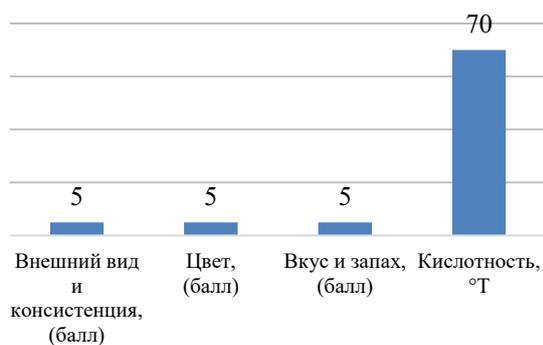
**Fig. 1.** The research scheme

**Таблица 1.** Органолептическая характеристика сыворотки

**Table 1.** Organoleptic characteristics of whey

Показатель	Характеристика по ГОСТ	Результаты оценки
Внешний вид и консистенция	Однородная непрозрачная или полупрозрачная жидкость. Допускается наличие незначительного белкового остатка	Однородная консистенция; полупрозрачная жидкость
Цвет	От светло-желтого до бледно-зеленого	Бледно-зеленая
Вкус и запах	Характерный для молочной сыворотки. Кисловатый. Без посторонних привкусов и запахов	Кисловатая. Посторонние привкусы и запахи – отсутствуют

Органолептический анализ не выявил каких-либо дефектов или отклонений. Все исследуемые параметры находились в пределах установленных стандартов. Дегустационная комиссия присвоила образцу сыворотки высшую оценку – 5,0 баллов. Кислотность соответствовала нормативному значению и была 70°Т.



**Рис. 2.** Результаты исследования сыворотки

**Fig. 2.** The results of whey analysis

В результате анализа существующих рецептов кисломолочных напитков на основе творожной сыворотки была разработана оригинальная рецептура, представленная в таблице 2.

В качестве улучшителя органолептических свойств образцов и источника антиок-

сидантов в рецептуре напитков использовали пчелиный мед. Продукты пчеловодства помимо питательных, диетических и терапевтических качеств обладают способностью стимулировать биологические процессы организма. Антиоксиданты, которые в них содержатся, помогают организму избавляться от свободных радикалов, формирующихся в процессе обмена веществ. Кроме того, антиоксидантные соединения придают меду ряд полезных характеристик, включая лечебно-профилактические и антимикробные свойства [18-19].

Роспотребнадзор регламентирует потребление пищевых волокон: так суточная норма для поддержания здоровья взрослого человека должна составлять 30 граммов. Однако, согласно статистике, среднее потребление неусвояемых углеводов в России значительно ниже рекомендуемого уровня, составляя приблизительно 12-15 граммов [20].

Пищевые волокна играют важную роль в поддержании здоровья организма, оказывая влияние на массу тела, метаболизм (включая чувствительность к инсулину), снижение риска сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний; поддержание здоровой микрофлоры кишечника [21].

**Таблица 2.** Рецептура кисломолочного напитка на основе творожной сыворотки  
**Table 2.** Recipe for fermented milk drink based on curd whey

Ингредиенты	Опытные образцы		
	Образец №1	№2	Образец №3
Сыворотка творожная, мл	400	400	400
Молоко нормализованное пастеризованное (3,2%), мл	200	200	200
Яблоко зеленое запеченное, г	200		200
Банан, г	190		
Чернослив, г		195	
Курага, г		195	
Шпинат, г			190
Мед, г	10	10	10
<b>Итого, мл</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>

Основными источниками пищевых волокон служат продукты растительного происхождения, такие как овощи, фрукты, ягоды, зелень, зерновые, орехи, грибы и продукты их переработки. Овощи и фрукты,

употребляемые в минимально обработанном виде, содержат пищевой матрикс, состоящий из веществ, находящихся в клетках мякоти и кожуры. Выделенные пищевые во-

локна из овощей и фруктов могут быть использованы в качестве добавок для обогащения пищи, создавая функциональные продукты с пониженной калорийностью, увеличивающие чувство сытости, что особенно актуально в условиях потребления рафинированной пищи. Яблоки представляют собой популярный источник пищевых волокон, доступный в любое время года. Благодаря сбалансированному химическому составу, яблоки и продукты их переработки оказывают благотворное влияние на здоровье человека и снижают риск развития хронических заболеваний [22].

#### Технология приготовления витаминизированного напитка

##### Рецептура №1:

1. Подготовка сырья. Яблоки запечь. Извлечь мякоть. Добавить банан. Измельчить до состояния пюре.
2. Термическая обработка яблочно-бананового пюре ( $T = 25-30^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 10$  мин.).
3. Гомогенизация молока и сыворотки.
4. Внесение яблочно-банановой смеси в жидкую часть. Повторная гомогенизация.
5. Добавление подсластителя с повторной гомогенизацией готовой смеси до однородной консистенции.

##### Рецептура №2:

1. Подготовка сырья. Курагу и чернослив выдержать в холодной воде 30-40 минут и промыть под проточной водой.
2. Бланширование. Необходимо для уничтожения болезнетворных микроорганизмов и сохранения максимального количества витаминов в вносимых сухофруктах.
3. Приготовление пюре.
4. Гомогенизация молока и сыворотки.
5. Внесение пюре в жидкую часть. Повторная гомогенизация.
6. Добавление подсластителя с повторной гомогенизацией готовой смеси до однородной консистенции.

##### Рецептура №3:

1. Подготовка сырья: шпинат – бланшировать; яблоки – запечь, извлечь мякоть.
2. Гомогенизация яблочно-шпинатной смеси.
3. Гомогенизация молока и сыворотки.

4. Внесение пюре в жидкую часть. Повторная гомогенизация.

5. Добавление подсластителя с повторной гомогенизацией готовой смеси до однородной консистенции.

В результате получено три опытных образца кисломолочного напитка: №1 – яблоко-банан; №2 – чернослив-курага; №3 – яблоко-шпинат.

Дегустационная оценка проводилась экспертной комиссией по 5-балльной шкале. Результаты представлены на рисунке 3.

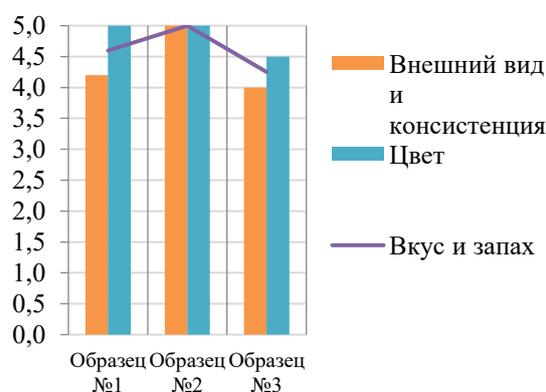


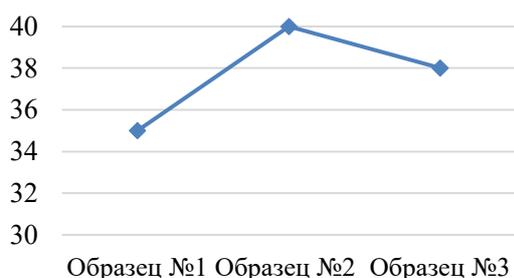
Рис. 3. Результаты органолептической оценки

Fig. 3. The results of organoleptic evaluation

Органолептический анализ показал, что образец №2 был оценен наивысшим баллом – 5,0. Отличительной чертой данного образца являлась плотная консистенция с однородным распределением внесенных добавок по всему объему продукта. Вкусовые и ароматические характеристики – кисло-сладкие, с отчетливым послевкусием кураги и чернослива, исключаящим привкус сыворотки. Цвет напитка – темно-кремовый. В то же время образец №3 набрал наименьшую оценку (4,0). Консистенция, как и у образца №2, была густой, однако распределение добавок было неравномерным. Вкусоароматические свойства были слабо выражены, с заметным привкусом творожной сыворотки.

Были определены физико-химические параметры рассматриваемых образцов – титруемая кислотность ( $^{\circ}\text{T}$ ) и окислительно-восстановительный потенциал

(ОВП). Кислотность, как показатель, напрямую связана с качеством сырья, применяемого в процессе производства, и оказывает влияние на срок годности продукции. Измерение кислотности образцов было выполнено в день изготовления. Результаты измерений представлены на рисунке 4.



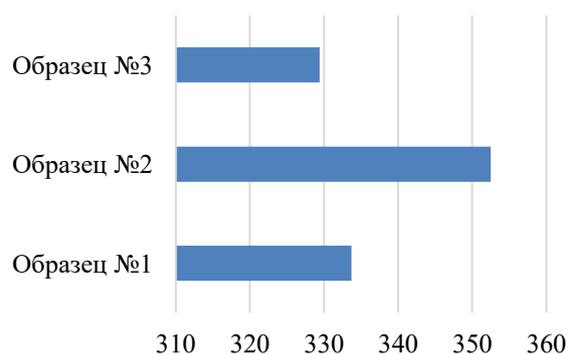
**Рис. 4.** Показатели титруемой кислотности, °Т

**Fig. 4.** Titratable acidity values, °Т

Анализ титруемой кислотности показал, что максимальное значение – 40°Т – зафиксировано у образца №2. Образцы №1 и №3 продемонстрировали более низкие значения: 35 и 38°Т соответственно.

Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) является ключевым индикатором состояния здоровья, отражающим способность клеток и тканей организма сопротивляться окислительному стрессу, который может повреждать клеточные элементы. Значение ОВП для здоровья организма заключается в его влиянии на общее самочувствие и продолжительность жизни. Он служит маркером адаптации к внешним условиям и устойчивости к различным стрессовым факторам, как внешним, так и внутренним. Поддержание оптимального ОВП способствует нормальной работе организма и профилактике многих заболеваний [23; 24].

Положительное значение ОВП свидетельствует об окислительных свойствах вещества, где более высокое значение указывает на большую степень окисления. Отрицательное значение, напротив, говорит о восстановительных свойствах, то есть об антиоксидантной активности вещества (рис. 5), и чем оно ниже, тем выше содержание антиоксидантов.



**Рис. 5.** Окислительно-восстановительный потенциал готовых образцов кисломолочного напитка

**Fig. 5.** Oxidation-reduction potential of finished samples of fermented milk drink

Из данных диаграммы видно, что все образцы имели положительные показатели. Это свидетельствует об их окислительной активности. Наибольшим окислительно-восстановительным потенциалом обладал образец №2 (чернослив-курага), а наименьшим показателем характеризовался образец №3 (яблоко-шпинат). Разница между ними составила 23,1 мВ, или 6,5%.

**Закключение.** Молочная сыворотка и ее компоненты являются ценным сырьем для производства ряда пищевой продукции молочной промышленности. В своем составе содержит около 6% сухих веществ, что составляет половину от количества, содержащегося в молоке. Согласно данным Международной молочной ассоциации, в мире получают около 140 млн т сыворотки, половина из которой сливается со сточными водами в канализацию, приводя к потере дополнительного ресурса переработки. В России этот показатель достигает 80%, и только 20% задействовано в производстве пищевой продукции. Ежегодные потери можно приравнять к 1,5 млн т молока [25].

Комплексная переработка вторичного сырья является наиболее эффективным путем оптимизации производства. Одним из таких ресурсов служит молочная сыворотка, так как содержит в себе сывороточные белки, лактозу и минеральные вещества, которые широко используются в спе-

специализированных продуктах питания. Это обусловлено тем, что компоненты сыворотки способствуют повышению пищевой ценности и улучшению биологических и функциональных свойств специализированных пищевых продуктов [26].

В ходе исследования было определено, что лучшими органолептическими показателями обладал образец №2, в состав которого были введены чернослив и курага. Характеризовался однородной консистенцией с равномерно распределенными по всей массе компонентами; кисло-сладкий вкус и запах, с фруктовым послевкусием, без привкуса сыворотки; темно-кремовый, однородный цвет. По физико-химическим показателям он имел наибольшую титруемую кислотность – 40°Т и окислительно-восстановительный потенциал – 352,5 мВ.

Таким образом, использование растительного сырья способствует улучшению вкусоароматических характеристик готового продукта на основе творожной сыворотки. Полученный продукт не только обогатился пищевыми волокнами за счет вносимых добавок, но и приобрел заданные свойства конечного продукта.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Development of recipes for prophylactic milk and whey-based drinks and determination of their properties / Г.Н. Бисенова [et al.] // *Micribiology and Virology*. 2023. No. 3 (42). P. 158-175. DOI: 10.53729/mv-as.2023.03.10.
2. Самадов Р.С. Перспектива производства функциональных продуктов питания на основе молочной сыворотки // *Вестник Технологического университета Таджикистана*. 2021. № 4 (47). С. 99-105.
3. Tarasov A.V., Zavorokhina N.V. Modeling Functional Whey Drinks with High Antioxidant Activity Using Potentiometric Sensor Systems // *Food Industry*. 2023. Vol. 8, No. 2. P. 21-30. DOI: 10.29141/2500-1922-2023-8-2-3.
4. Уразбаева К. А., Намазбаева Г. Т. Перспективы применения молочной сыворотки в производстве напитков // *Вестник науки Южного Казахстана*. 2018. № 4 (4). С. 181-185.
5. Чебакова Г.В., Ворошик М.Е., Есепенок К.В. Использование вторичного молочного сырья для производства кисломолочных сывороточных напитков // *Инновации и инвестиции*. 2019. № 2. С. 129-132.
6. Данильчук Т.Н., Ефремова Ю.Г., Корыстина И.В. Напитки на основе молочной сыворотки и сублиматов проростков растений // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2020. № 3. С. 69-81. DOI: 10.36107/spfp.2020.305.
7. Разработка технологии производства функционального напитка на основе молочной сыворотки / Е.Н. Брюхачев [и др.] // *Вестник КрасГАУ*. 2020. № 8(161). С. 144-152. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-8-144-152.
8. Fortified whey beverage for improving muscle mass in chronic obstructive pulmonary disease: a single-blind, randomized clinical trial / A. Ahmadi [et al.] // *Respiratory Research*. 2020. Vol. 21, No. 1. P. 1-11. DOI: 10.1186/s12931-020-01466-1.
9. Антиоксидантные свойства антоцианосодержащих фитобиотиков при производстве функционального напитка на основе молочной сыворотки / Гуляева О.А. [и др.] // *Ползуновский вестник*. 2023. № 2. С. 37-46. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.005.

10. Колотий Т.Б., Коваленко З.С. Напитки на основе молочной сыворотки с использованием сиропов из фруктов дикорастущих растений // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 2. С. 33-39. DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-2-33-39.
11. Пак В.И., Сучков Е.П. Оценка функциональности напитка на молочной основе, содержащего пищевые волокна // Новые технологии. 2018. № 1. С. 56-62.
12. Короткий И.А., Плотников И.Б., Мазеева И.А. Современные тенденции в переработке молочной сыворотки // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 2. С. 227-234. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-2-227-234.
13. Techno-Functional Properties and Recent Advances in the Manufacturing of Whey Beverages: A Review / A. Rejdlová [et al.] // Applied Sciences. 15. 1846. DOI:10.3390/app15041846
14. Использование биологически активных веществ лекарственных растений Сибири в функциональных напитках на основе молочной сыворотки / С.А. Иванова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 1. С. 14-22. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-14-22.
15. Евдокимов Н.С., Евдокимова О.В., Иванова Т.Н. Стратегия и тактика развития производства продуктов здорового питания с использованием лекарственного растительного сырья // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2024. Т. 12, № 1. С. 5-15. DOI: 10.14529/food240101.
16. Гаврилова А.Н., Борисова А.В. Разработка ферментированного сывороточного напитка с добавлением растительного сырья // Вестник КрасГАУ. 2022. № 1 (178). С. 212-220. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-212-220.
17. Данильчук Т.Н., Новосад Ю.Г., Сидорова Е.С. Антиоксидантная активность молочной сыворотки // Пищевая промышленность. 2022. № 3. С. 39-42. DOI: 10.52653/PPI.2022.3.3.010.
18. Антиоксидантные соединения в продуктах пчеловодства / Е.А. Вахонина [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2020. № 3 (47). С. 5-10. DOI: 10.36508/RSATU.2020.62.88.001.
19. Review of antimicrobial properties of honey chemical constituents - part II / L.T. Kassym [et al.] // Science & Healthcare. 2023. Vol. 25, No. 2. P. 244-251. DOI: 10.34689/SH.2023.25.2.031.
20. Поладашвили Р.О., Галстян Н.В. Пищевые волокна - важная составляющая сбалансированного здорового питания // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 68-2. С. 68-71. DOI: 10.18411/lj-12-2020-70.
21. The Health Benefits of Dietary Fibre / T.M. Barber [et al.] // Nutrients. 2020. Vol. 12, No. 10. P. 3209. DOI: 10.3390/nu12103209.
22. Ефимцева Э.А., Челпанова Т.И. Яблоки как источник растворимых и нерастворимых пищевых волокон. влияние пищевых волокон на аппетит // Физиология человека. 2020. Т. 46, № 2. С. 121-132. DOI: 10.31857/S0131164620020058.
23. Лысенко В.И. Оксидативный стресс как неспецифический фактор патогенеза органных повреждений (обзор литературы и собственных исследований) // Медицина неотложных состояний. 2020. Т. 16, № 1. С. 24-35. DOI: 10.22141/2224-0586.16.1.2020.196926.
24. Islam M.M.T., Shekhar H.U. Mechanism of oxidative stress: Impact of oxidative stress on human health // Free Radicals in Human Health and Disease. 2015. P. 59-73. DOI: 10.1007/978-81-322-2035-0\_5.
25. Перспективные технологии переработки молочной сыворотки / И.В. Буянова [и др.] // Молочная промышленность. 2019. № 3. С. 36-38. DOI: 10.31515/1019-8946-2019-3-36-38.

26. Использование компонентов молочной сыворотки для производства продуктов специализированного питания / С.В. Симоненко [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 4-1 (118). С. 185-188. DOI: 10.23670/IRJ.2022.118.4.030.

## REFERENCES

1. Development of recipes for prophylactic milk and whey-based drinks and determination of their properties / G.N. Bisenova [et al.] // *Micribiology and Virology*. 2023. No. 3 (42). P. 158-175. DOI: 10.53729/mv-as.2023.03.10.
2. Samadov R.S. Prospects for the production of functional foods based on milk whey // *Bulletin of the Technological University of Tajikistan*. 2021. No. 4 (47). P. 99-105. [In Russ.]
3. Tarasov A.V., Zavorokhina N.V. Modeling Functional Whey Drinks with High Antioxidant Activity Using Potentiometric Sensor Systems // *Food Industry*. 2023. Vol. 8, No. 2. P. 21-30. DOI: 10.29141/2500-1922-2023-8-2-3.
4. Urazbaeva K. A., Namazbaeva G. T. Prospects for the use of milk whey in beverage production // *Bulletin of Science of South Kazakhstan*. 2018. No. 4 (4). P. 181-185. [In Russ.]
5. Chebakova G. V., Voroshik M. E., Esepenok K. V. Use of secondary milk raw materials for the production of fermented milk whey drinks // *Innovations and Investments*. 2019. No. 2. P. 129-132. [In Russ.]
6. Danilchuk T. N., Efremova Yu. G., Korystina I. V. Drinks based on milk whey and plant sprout sublimates // *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2020. No. 3. P. 69-81. DOI: 10.36107/spfp.2020.305. [In Russ.]
7. Development of production technology for a functional drink based on milk whey / E.N. Bryukhachev [et al.] // *Bulletin of KrasSAU*. 2020. No. 8(161). P. 144-152. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-8-144-152. [In Russ.]
8. Fortified whey beverage for improving muscle mass in chronic obstructive pulmonary disease: a single-blind, randomized clinical trial / A. Ahmadi [et al.] // *Respiratory Research*. 2020. Vol. 21, No. 1. P. 1-11. DOI: 10.1186/s12931-020-01466-1.
9. Antioxidant properties of anthocyanin-containing phytobiotics in the production of a functional drink based on milk whey / Gulyaeva O.A. [et al.] // *Polzunovsky Vestnik*. 2023. No. 2. P. 37-46. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.005. [In Russ.]
10. Kolotiy T.B., Kovalenko Z.S. Whey-based drinks using syrups from wild fruits // *New technologies*. 2021. Vol. 17, No. 2. P. 33-39. DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-2-33-39. [In Russ.]
11. Pak V.I., Suchkov E.P. Evaluation of the functionality of a milk-based drink containing dietary fiber // *New technologies*. 2018. No. 1. P. 56-62. [In Russ.]
12. Korotkiy I.A., Plotnikov I.B., Mazeeva I.A. Modern trends in whey processing // *Equipment and technology of food production*. 2019. Vol. 49, No. 2. P. 227-234. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-2-227-234. [In Russ.]
13. Techno-Functional Properties and Recent Advances in the Manufacturing of Whey Beverages: A Review / A. Rejdlová [et al.] // *Applied Sciences*. 15. 1846. DOI:10.3390/app15041846
14. Use of Biologically Active Substances of Siberian Medicinal Plants in Functional Drinks Based on Milk Whey / S.A. Ivanova [et al.] // *Engineering and Technology of Food Production*. 2019. Vol. 49, No. 1. P. 14-22. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-14-22. [In Russ.]
15. Evdokimov N.S., Evdokimova O.V., Ivanova T.N. Strategy and tactics of development of production of healthy food products using medicinal plant raw materials // *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnology*. 2024. Vol. 12, No. 1. P. 5-15. DOI: 10.14529/food240101. [In Russ.]

16. GavriloVA A.N., Borisova A.V. Development of fermented whey drink with addition of plant raw materials // *Bulletin of KrasSAU*. 2022. No. 1 (178). P. 212-220. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-212-220. [In Russ.]
17. Danilchuk T.N., Novosad Yu.G., Sidorova E.S. Antioxidant activity of milk whey // *Food industry*. 2022. No. 3. P. 39-42. DOI: 10.52653/PPI.2022.3.3.010. [In Russ.]
18. Antioxidant compounds in beekeeping products / E.A. Vakhonina [et al.] // *Bulletin of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev*. 2020. No. 3 (47). P. 5-10. DOI: 10.36508/RSATU.2020.62.88.001. [In Russ.]
19. Review of antimicrobial properties of honey chemical constituents - part II / L.T. Kassym [et al.] // *Science & Healthcare*. 2023. Vol. 25, No. 2. P. 244-251. DOI: 10.34689/SH.2023.25.2.031.
20. Poladashvili R.O., Galstyan N.V. Dietary fiber is an important component of a balanced healthy diet // *Trends in the development of science and education*. 2020. No. 68-2. P. 68-71. DOI: 10.18411/lj-12-2020-70. [In Russ.]
21. The Health Benefits of Dietary Fibre / T.M. Barber [et al.] // *Nutrients*. 2020. Vol. 12, No. 10. P. 3209. DOI: 10.3390/nu12103209.
22. Efimtseva E.A., Chelpanova T.I. Apples as a source of soluble and insoluble dietary fiber. The effect of dietary fiber on appetite // *Human Physiology*. 2020. Vol. 46, No. 2. Pp. 121-132. DOI: 10.31857/S0131164620020058. [In Russ.]
23. Lysenko V.I. Oxidative stress as a nonspecific factor in the pathogenesis of organ damage (review of the literature and our own research) // *Emergency Medicine*. 2020. Vol. 16, No. 1. P. 24-35. DOI: 10.22141/2224-0586.16.1.2020.196926. [In Russ.]
24. Islam M.M.T., Shekhar H.U. Mechanism of oxidative stress: Impact of oxidative stress on human health // *Free Radicals in Human Health and Disease*. 2015. P. 59-73. DOI: 10.1007/978-81-322-2035-0\_5.
25. Promising technologies for processing milk whey / I.V. Buyanova [et al.] // *Dairy industry*. 2019. No. 3. P. 36-38. DOI: 10.31515/1019-8946-2019-3-36-38. [In Russ.]
26. Use of milk whey components for the production of specialized nutrition products / S.V. Simonenko [et al.] // *International research journal*. 2022. No. 4-1 (118). P. 185-188. DOI: 10.23670/IRJ.2022.118.4.030. [In Russ.]

### Информация об авторах / Information about the authors

**Смирнова Екатерина Сергеевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», 620000, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-121X>, e-mail: [ekaterina-kazantseva@list.ru](mailto:ekaterina-kazantseva@list.ru)

**Мельникова Екатерина Олеговна**, магистр, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», 620000, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42, e-mail: [meln.02@mail.ru](mailto:meln.02@mail.ru)

**Ражина Ева Валерьевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», 620000, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42, e-mail: [eva.mats@mail.ru](mailto:eva.mats@mail.ru)

**Лопаева Надежда Леонидовна**, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», 620000, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42, e-mail: [lopaeva77@mail.ru](mailto:lopaeva77@mail.ru)

**Чепуштанова Ольга Викторовна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», 620000, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42, e-mail: [chepushtanova-ov@list.ru](mailto:chepushtanova-ov@list.ru)

**Ekaterina S. Smirnova**, PhD (Agr.), Associate Professor, the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University; 620000, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl Liebknecht St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-121X>, e-mail: [ekaterina-kazantseva@list.ru](mailto:ekaterina-kazantseva@list.ru)

**Ekaterina O. Melnikova**, Master student, Ural State Agrarian University; 620000, the Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, 42 Karl Liebknecht St., e-mail: [meln.02@mail.ru](mailto:meln.02@mail.ru)

**Eva V. Razhina**, PhD (Biol.), Associate Professor, the Department of Food Biotechnology, Ural State Agrarian University; 620000, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl Liebknecht St., e-mail: [eva.mats@mail.ru](mailto:eva.mats@mail.ru)

**Nadezhda L. Lopaeva**, PhD (Biol.), Associate Professor, the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University; 620000, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl Liebknecht St., e-mail: [lopaeva77@mail.ru](mailto:lopaeva77@mail.ru)

**Olga V. Chepushtanova**, PhD (Biol.), Associate Professor, the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University; 620000, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl Liebknecht St., e-mail: [chepushtanova-ov@list.ru](mailto:chepushtanova-ov@list.ru)

#### **Заявленный вклад авторов**

Смирнова Екатерина Сергеевна, Ражина Ева Валерьевна – разработка рецептуры, проведение эксперимента

Лопаева Надежда Леонидовна – подбор литературных источников

Мельникова Екатерина Олеговна – оформление статьи по требованиям журнала

Чепуштанова Ольга Викторовна – разработка методики исследования, валидация данных

#### **Claimed contribution of the authors**

Smirnova E.S., Razhina E.V. – formulation development, experiment implementation

Lopaeva N.L. – selection of literary sources

Melnikova E.O. – article design according to the Journal requirements

Chepushtanova O.V. – the research methodology development, data validation

Поступила в редакцию 11.04.2025

Поступила после рецензирования 05.05.2025

Принята к публикации 07.05.2025

Received 01.04.2025

Revised 05.05.2025

Accepted 07.05.2025

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-1-91-100>

УДК 664.661.212.004.12



## Комплексная оценка воздействия озонирования на качество и безопасность зерна, используемого в технологии цельнозернового хлеба

Н.В. Сокол✉, Н.С. Санжаровская, Д.Р. Агаева

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Российская Федерация*  
✉sokol\_n.v@mail.ru

**Аннотация. Введение.** В статье приведены результаты оценки качества и безопасности зерна пшеницы, обработанного озоном, используемого в технологии цельнозернового хлеба, так как безопасность сырья остается актуальной задачей из-за риска микробиологической и химической контаминации. Озонирование зерна рассматривается как перспективный экологически чистый метод дезинфекции и детоксикации, способствующий снижению микробной нагрузки и содержания ксенобиотиков. **Цель.** Цель исследования заключалась в изучении влияния озонирования на качество и безопасность зерна мягкой озимой пшеницы и определение возможности его использования в технологии цельнозернового хлеба. **Методы.** Озонирование зерна проводили с использованием запатентованного озонатора GEOS-2.0 при концентрации озона 20 мг/м<sup>3</sup> в течение 5, 10 и 15 минут. Качественные показатели зерна, содержание токсичных элементов и микробиологическую обсемененность оценивали по общепринятым методикам. **Результаты.** Установлено, что исследуемые сорта пшеницы соответствуют требованиям, предъявляемым к сильным и ценным сортам по качеству клейковины и стекловидности, и имеют содержание токсичных элементов значительно ниже допустимых норм. Доказано, что озонирование является эффективным способом улучшения санитарно-гигиенических показателей зерна озимой мягкой пшеницы и может быть рекомендовано для использования в технологии производства цельнозернового хлеба. **Заключение.** Озонирование зерна может быть рекомендовано как эффективный и экологически безопасный способ подготовки зерна мягкой озимой пшеницы для производства цельнозернового хлеба с целью обеспечения санитарно-гигиенических показателей сырья, безопасности готовой продукции и сохранения пищевой ценности.

**Ключевые слова:** пшеница, качество зерна, безопасность пищевого сырья, озонирование, ксенобиотики, цельнозерновой хлеб

**Для цитирования:** Сокол Н.В., Санжаровская Н.С., Агаева А.Д. Комплексная оценка воздействия озонирования на качество и безопасность зерна, используемого в технологии цельнозернового хлеба. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):91-100. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-1-91-100>

## Comprehensive assessment of the effect of ozonation on the quality and safety of grain used in whole grain bread technology

N.V. Sokol✉, N.S. Sanzharovskaya, D.R. Agayeva

*Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin,  
Krasnodar, the Russian Federation*  
✉sokol\_n.v@mail.ru

**Abstract. Introduction.** The results of assessing the quality and safety of wheat grain treated with ozone, used in whole grain bread technology have been presented, since the safety of raw materials remains an urgent task due to the risk of microbiological and chemical contamination. Grain ozonation is considered as a promising environmentally friendly method of disinfection and detoxification, which helps to reduce the microbial load and xenobiotic content. **The goal of the research** was to investigate the effect of ozonation on the quality and safety of soft winter wheat grain and to determine the possibility of its use in whole-grain bread technology. **The methods.** Grain ozonation was carried out using a patented GEOS-2.0 ozonizer at an ozone concentration of 20 mg / m<sup>3</sup> for 5, 10 and 15 minutes. Grain quality indicators, the content of toxic elements and microbiological contamination were assessed using generally accepted methods. **The results.** It has been found that the studied wheat varieties meet the requirements for strong and valuable varieties in terms of gluten quality and grain hardness, and have a toxic element content significantly below the permissible standards. It has been proved that ozonation is an effective way to improve the sanitary and hygienic indicators of winter soft wheat grain and can be recommended for use in whole-grain bread production technology. **The conclusion.** Grain ozonation can be recommended as an effective and environmentally friendly method of preparing soft winter wheat grain for the production of whole grain bread in order to ensure sanitary and hygienic indicators of raw materials, safety of finished products and preservation of nutritional value.

**Keywords:** wheat, grain quality, safety of food raw materials, ozonation, xenobiotics, whole grain bread

**For citation:** Sokol N.V., Sanzharovskaya N.S., Agaeva A.D. Comprehensive assessment of the effect of ozonation on the quality and safety of grain used in whole grain bread technology. *Novye tehnologii/ New technologies*. 2025; 21(2):91-100. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-1-91-100>

**Введение.** Серьезными экологическими проблемами современного развития человеческого общества являются ускорение темпа жизни и изменения в образе питания, которые сказываются на здоровье человека [1- 3].

Потребность в пище является одной из первоочередных и наиболее значимых общественных потребностей, так как недостаточное обеспечение населения продуктами питания может привести к нежелательным последствиям, таким как ухудшение состояния здоровья, сокращение численности населения, снижение трудоспособности и возникновение социальных конфликтов. Поэтому не случайно Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рассматривает питание как ключевой индикатор качества жизни современного человека.

Поэтому в мировой практике для оптимизации питания и поступления в организм человека физиологически активных веществ применяют различные способы, такие как:

– отдельное потребление комплексных препаратов витаминов, макро- и микроэлементов;

– дополнение суточного рациона биологически активными добавками (БАД) природного или синтетического происхождения;

– разнообразие ежедневных рационов, с включением широкого перечня продуктов питания, в том числе источников эссенциальных нутриентов;

– обогащение продуктов питания путем дополнительного включения в рецептуру функциональных пищевых ингредиентов, придающих продукту определенную направленность, защитные, антиканцерогенные, иммуномодулирующие свойства.

На протяжении миллионов лет зерновые продукты составляли значительную часть рациона питания человека. Поэтому не случайно в пирамиде здорового питания, созданной диетологами продукты из зерна, составляют ее основу. Видимо по этой причине одним из направлений производства обогащенных продуктов питания является использование в рецептурах зерновых ингредиентов. Такие продукты в силу относительно невысокой стоимости исходного сырья доступны широким слоям населения и являются традиционными для российского потребителя [4-5].

Согласно имеющимся данным, потребление цельнозернового хлеба, изготовленного из муки грубого помола, может значительно улучшить состояние здоровья, укрепить иммунитет и избавить от многих заболеваний. Многочисленные научные исследования подтверждают, что регулярное потребление цельнозерновых продуктов оказывает благоприятное воздействие на здоровье человека. Учеными доказано, что смертность среди людей, употребляющих цельнозерновые продукты, снижается на 15-20 %. Включение в рацион питания продуктов из цельного зерна способствует снижению риска инфаркта на 30-36 %, сердечно-сосудистых заболеваний – на 25-28 %, диабета второго типа – на 21-30 % и облегчает контроль веса. Диета, основанная на цельнозерновых продуктах, положительно влияет на здоровье пищеварительной системы, способствуя поддержанию регулярной перистальтики и росту полезных бактерий в кишечнике [6-7].

Цельнозерновые продукты характеризуются высоким содержанием углеводов (до 85 %), умеренным содержанием жиров (до 7 %, преимущественно ненасыщенных) и белков (до 17 %, в том числе полноценных и сбалансированных). Несмотря на то, что зерновые не являются низкокалорийными продуктами питания (в среднем 360–390 ккал/100 г сухого продукта), они полезны для здоровья и должны рассматриваться как замена продуктов из рафинированного зерна в рационе питания, а не дополнение.

В настоящее время активно проводятся научные исследования, а также организован выпуск готовой продукции на основе цельного зерна, прежде всего это зерновой хлеб, зерновые хлебцы, макаронные изделия, каши быстрого приготовления [8]. Однако проблема безопасности и качества изделий из цельнозерновой диспергированной массы остается актуальной, особенно с точки зрения возможности контаминации патогенными микроорганизмами и химическими элементами.

Для снижения контаминации и ксенобиотиков в сырье, готовом продукте ис-

пользуются различные способы обработки, такие как озонирование, замачивание в электрохимически активированной (ЭХА) воде, обработка консервантами, которые позволяют снизить загрязнение зерна пшеницы и хлеба микроорганизмами, токсичными и радиоактивными элементами [9]. Однако вопросы их влияния на качество зерна и снижение количества биологических и химических ксенобиотиков при их применении в технологическом потоке недостаточно изучены и требуют дополнительных исследований. В качестве одного из способов, повышающих безопасность цельнозернового хлеба, рассмотрена обработка зерна пшеницы озоном.

**Цель исследования.** Цель исследования заключалась в изучении влияния процесса озонирования зерна на его показатели качества, безопасности и определение возможностей использования озонирования в технологии цельнозернового хлеба.

**Методы исследования.** Объектами исследования стали образцы зерна озимой мягкой пшеницы сортов Гром, Есаул, Тимирязевка-150 селекции ФГБНУ «НЦЗ» им. П.П. Лукьяненко.

Для процесса озонирования использовали озонатор GEOS-2.0 с концентрацией озона 20 мг/м<sup>3</sup>. Время обработки зерна озоном было принято 5, 10 и 15 минут. Установка является патентованным изобретением Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина. Качественные показатели зерна, содержание токсичных элементов и микробиологическую обсемененность оценивали по общепринятым методикам.

Экспериментальные исследования проводили в 3-5 кратных повторностях.

**Результаты исследований.** Пшеница является одной из самых важных сельскохозяйственных культур в мире и выполняет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и экономическом развитии РФ. В последние десятилетия наблюдается рост интереса к качественным характеристикам пшеницы, что объясняется изменением потребительских предпо-

чений и повышенными требованиями к продуктам питания.

Качество зерна является основополагающим фактором в технологии хлебопечения, так как имеет прямое влияние на конечные свойства хлеба, включая вкус, аромат, структуру мякиша и внешний вид готовой продукции. Для полноценной оценки качества зерна следует учитывать показатели, такие как массовая доля сырой клейковины в зерне и ее качество, активность амилолитических ферментов, структуру эндосперма, натуру и другие показатели, влияющие на технологические свойства полуфабрикатов и готовой продукции хлебопекарного производства.

На первом этапе исследований была проведена комплексная оценка качества образцов зерна озимой мягкой пшеницы, выращенных на опытных участках Кубанского государственного аграрного университета. Для исследований использовали сорта пшеницы Гром, Тимирязевка-150, Есаул селекции НИЦЗ имени П. П. Лукьяненко, (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что зерно изучаемых сортов имеет показатели, характерные для сильных и ценных пшениц. Высокое содержание клейковины в зерне опытных образцов свидетельствует о высокой биологической ценности зерна, а качество клейковины – о хорошей реологии теста. Стекловидность зерна у сортов Гром и Тимирязевка-150 была на уровне сильных пшениц, у зерна сорта Есаул - ценных пше-

ниц, что создает предпосылки для их использования в технологии зернового хлеба.

В последние десятилетия проблема загрязнения окружающей среды ксенобиотиками, включая химические и микробиологические соединения, наиболее актуальна в области экологии и агрономии. Поэтому зерно пшеницы является объектом особого внимания, так как данный злак не только является основным источником углеводов для человека, но и активно используется в кормлении сельскохозяйственных животных. Однако применение пестицидов, удобрений, средств защиты растений в процессе возделывания культуры может привести к накоплению ксенобиотиков в зерне, что, в свою очередь, ставит под угрозу здоровье потребителей.

Кроме того, в зерне пшеницы могут присутствовать микробиологические ксенобиотики, такие как патогенные микроорганизмы и их метаболиты. Технология цельнозернового хлеба из пророщенного зерна предусматривает предварительное проращивание зерна до получения ростков 1-2мм. Для проращивания зерна постоянно поддерживается повышенная влажность и аэрация воздуха, что может стать риском развития микроорганизмов. Поэтому оценка безопасности зерна, используемого для получения диспергированной зерновой массы, является необходимым условием для разработки эффективных стратегий управления рисками и обеспечения качества продуктов переработки.

**Таблица 1.** Показатели качества зерна озимой мягкой пшеницы

**Table 1.** Winter soft wheat grain quality indicators

Показатель	Сорт озимой мягкой пшеницы		
	Гром	Тимирязевка-150	Есаул
Качество клейковины, $N_{def}$ , ед. прибора ИДК-1	70	68	67
Массовая доля сырой клейковины, %	31,0	32,0	30,0
Натура зерна, г/л	784	795	781
Стекловидность зерна, %	60	60	59
Влажность зерна, %	12,9	12,4	12,7
Число падения, с	419	436	427

Имеющиеся данные в источниках литературы свидетельствуют о том, что при производстве зернового хлеба, исключая помол зерна в условиях усиливающейся техногенной нагрузки на природные комплексы, возникает проблема получения безопасной продукции. Вследствие чего для обеспечения производства безопасного цельнозернового зернового хлеба, с точки зрения загрязнения его тяжелыми металлами, обязателен строгий контроль количества токсичных элементов в зерне. Учитывая, что при производстве зернового хлеба необходим отбор экологически чистого сырья, в опытных образцах зерна исследуемых сортов определяли содержание токсичных элементов в зерне пшеницы (табл. 2).

Данные, представленные в таблице, позволяют сделать заключение, что загрязнение зерна сортов Есаул, Гром и Тимирязевка -150 тяжелыми металлами намного

ниже установленного допустимого уровня, что дает основание рекомендовать данные сорта для использования в производстве цельнозернового хлеба.

Далее был исследован количественный и качественный состав микрофлоры зерна. Определяли основные группы микроорганизмов, обсеменяющих поверхность зерна злаковых культур. В таблице 3 приведены данные по количеству микроорганизмов на поверхности зерна сортов Есаул, Гром и Тимирязевка-150.

Установлено, что в экспериментальных образцах зерна количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов кМАФАНМ на поверхности зерна пшеницы не превышает данных, установленных требованиями ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [10].

**Таблица 2.** Содержание токсичных элементов в зерне  
**Table 2.** Content of toxic elements in grain

Показатель	Допустимый уровень	Содержание в образце зерна		
		сорт Есаул	сорт Гром	сорт Тимирязевка-150
Токсичные элементы, мг/кг:				
Свинец	Не более 0,5	0,13 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,11 ± 0,01
Кадмий	Не более 0,1	0,009 ± 0,001	0,007 ± 0,001	0,012 ± 0,001
Мышьяк	Не более 0,2	0,022 ± 0,008	0,016 ± 0,006	0,016 ± 0,006
Ртуть	Не более 0,03	0,003 ± 0,001	0,004 ± 0,001	0,0019 ± 0,004

**Таблица 3.** Поверхностная микрофлора зерна пшеницы опытных образцов  
**Table 3.** Surface microflora of wheat grains of experimental samples

Образец	Количество микроорганизмов на поверхности зерна		
	общее микробное число (ОМЧ), КОЕ/г	колиформные бактерии группы кишечной палочки (БГКП), индекс	споры сульфидредуцирующих клостридий (СРК), КОЕ/мл
Значение показателя по ТР ТС 021/2011, не более	$5 \times 10^4$	–	–
Зерно сорта Есаул	$2,8 \times 10^4$	100	Не обнаружено
Зерно сорта Гром	$4,9 \times 10^4$	100	Не обнаружено
Зерно сорта Тимирязевка-150	$3,4 \times 10^4$	100	Не обнаружено

Следующим этапом проводимых исследований было изучение влияния процесса озонирования на качество и безопасность зерна озимой мягкой пшеницы. Исследуемые образцы зерна пшеницы сортов Есаул, Гром и Тимирязевка-150 обрабатывали озоном в течение 5, 10 и 15 мин.

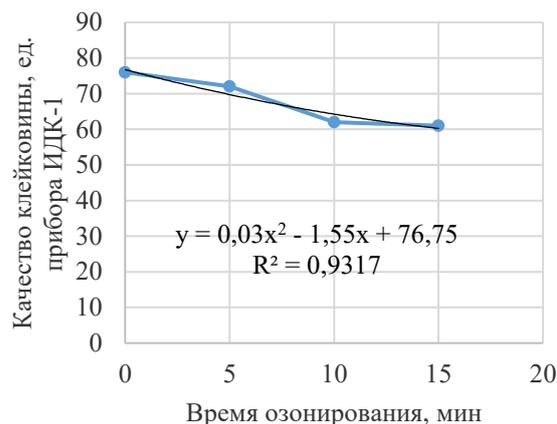
Важнейшим достоинством озона является его сильное дезинфицирующее действие на окружающую среду. Он способен уничтожать бактерии, вирусы, а также другие микроорганизмы. Обработка озона зерна, используемого для пищевых целей, гарантирует разрушение плесневых грибов и токсинов [11-12].

При проведении процесса обеззараживания зерна необходимо принимать во внимание не только экономический эффект и улучшение экологических показателей, но и сохранение технологических свойств и биологической ценности зерна. Механизм влияния озона на зерновку сложен, есть необходимость контроля выхода озонированного воздуха, достаточного для бактерицидного действия, но не оказывающего негативного действия на зерно [13]. В связи с этим, важно знать влияние обработок озона на качественные показатели зерна пшеницы.

На рисунке 1 показано влияние обработки зерна озоном. Процесс озонирования проводили в течение 5, 10 и 15 мин.

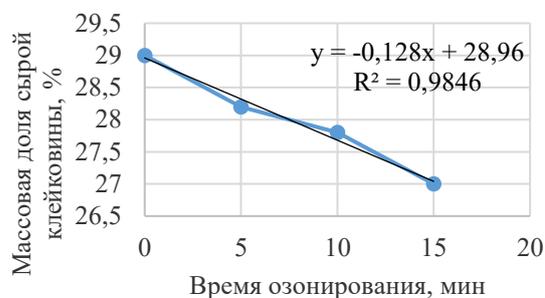
Из рисунка видно, что качество клейковины, определяемое на приборе ИДК-3М, с увеличением времени озонирования укрепляется, что подтверждается высоким коэффициентом детерминации. Такой результат можно объяснить окислением белковых тиолов озоном с образованием дисульфидных мостиков между белковыми цепочками, вследствие чего происходит укрепление клейковинного комплекса. Образование дисульфидных мостиков в клейковинном комплексе оказывает положительное влияние на хлебопекарные свойства зерна пшеницы [14].

На рисунке 2 показано влияние обработки зерна озоном на массовую долю клейковины в зерне.



**Рис. 1.** Влияние обработки озоном на качество клейковины

**Fig. 1.** The effect of ozone treatment on the quality of gluten



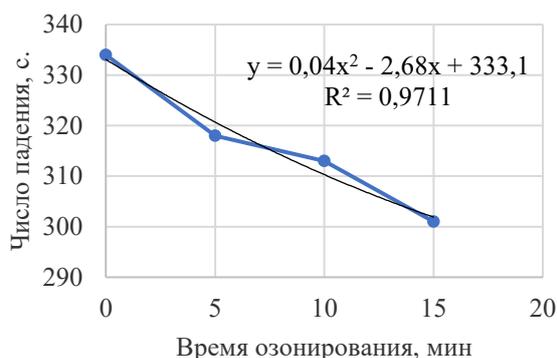
**Рис. 2.** Влияние обработки озоном на массовую долю сырой Клейковины

**Fig. 2.** The effect of ozone treatment on the mass fraction of raw gluten

Как видно из рисунка 2, взаимосвязь показателя, характеризующего количество клейковины в зерне, имеет обратно пропорциональную зависимость со временем озонирования зерна и имеет высокий коэффициент детерминации. Следовательно, можно сделать вывод, что с увеличением времени обработки зерна пшеницы озонированным воздухом происходит снижение массовой доли клейковины, так как при воздействии озоном происходит деструкция белковых молекул.

В ходе проведения исследований было проанализировано влияние обработки озонированным воздухом зерна озимой мягкой пшеницы на активность фермента  $\alpha$ -амилазы, так как этот показатель позволяет судить об осахаривающей способности крахмала в зерне, что имеет важное значе-

ние для процесса брожения полуфабрикатов хлебопекарного производства. Об активности фермента  $\alpha$ -амилазы судили по показателю «число падения» (ЧП) путем измерения на приборе ПЧП-7 согласно ГОСТ 27676-88. Влияние процесса озонирования зерна на показатель «число падения» (ЧП) показано на (рис. 3).



**Рис. 3.** Влияние обработки озонном на число падения

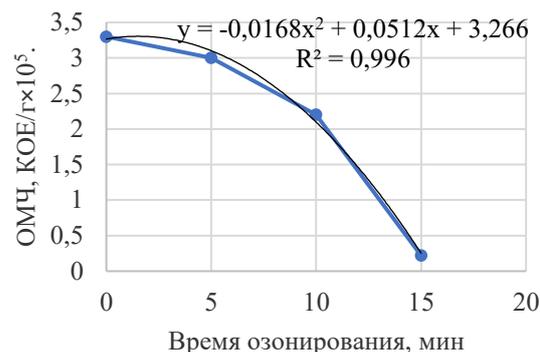
**Fig. 3.** The effect of ozone treatment on the falling number

Следует отметить, что с увеличением времени обработки зерна озонированным воздухом происходит снижение показателя число падения, что свидетельствует об увеличении активности амилалитических ферментов. По активности  $\alpha$ -амилазы можно судить об активности другого важнейшего фермента – протеазы. Если активность амилазы высокая, то и показатель активности протеазы будет повышен. От высокого уровня активности протеаз зависит разрушение клейковины, которая так ценна для хлеба.

В зерне, обработанном озонированным воздухом, количественно определяли микробиологическую обсемененность поверхности зерна пшеницы (рис. 4, 5).

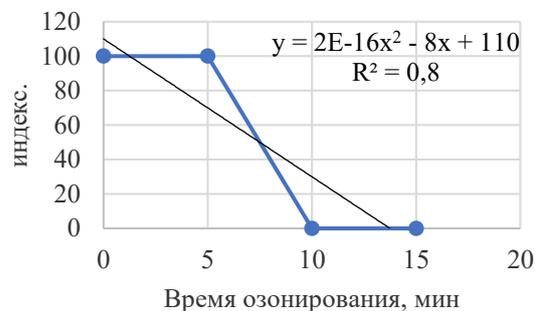
В результате проведенных исследований выявлено, что процесс озонирования способствует изменению микробиологического статуса сырья [15-16]. С увеличением времени обработки зерна озонном во всех опытных образцах наблюдалось снижение микробиологической обсемененности сырья. Та-

кая тенденция демонстрирует чистоту используемого сырья при производстве цельнозернового хлеба. Согласно результатам эксперимента, оптимальное время озонирования зерна пшеницы с целью снижения риска контаминации равняется 10 -15 минут. С точки зрения экономической целесообразности, рекомендуется время обработки зерна озонном в течение 10 минут.



**Рис. 4.** Влияние обработки озонном на общее микробное число

**Fig. 4.** The effect of ozone treatment on total microbial count



**Рис. 5.** Влияние обработки озонном на показатель БГКП

**Fig. 5.** The effect of ozone treatment on the coliform count

**Заключение.** Таким образом, озонирование может быть рекомендовано как эффективный и экологически безопасный способ подготовки зерна мягкой озимой пшеницы для производства цельнозернового хлеба, обеспечивающий повышение санитарно-гигиенических показателей сырья и, как следствие, безопасность готовой продукции.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

## CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агапкин А.М., Золотова С.В. Пищевая ценность, оценка качества и ассортимент зернового хлеба // Экономика и предпринимательство. 2022. № 1 (138). С. 1445-1448. <https://doi.org/10.34925/EIP.2022.138.1.289>
2. Алехина Н.Н. Влияние способов замораживания на качество зернового хлеба // Хлебопродукты. 2022. № 11. С. 32-36. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2022-31-11-32-36>
3. Нилова Л.П. Актуальные тренды хлебопекарной промышленности // Тренды развития современного общества: управленческие, правовые, экономические и социальные аспекты: сборник научных статей XI Всероссийской научно-практической конференции (Курск, 23-24 сент. 2021 г.). Курск: Юго-Западный гос. ун-т, 2021. С. 180-183.
4. Шахрай Т.А., Воробьева О.В., Викторова Е.П. Основные тенденции развития рынка функциональных хлебобулочных изделий // Новые технологии. 2021. Вып. 3. С. 51-58.
5. Чугунова О.В., Панкратьева Н.А., Пономарев А.С. Использование комплексной зерновой добавки в технологии пшеничного хлеба на закваске спонтанного брожения // Хлебопродукты. 2023. № 1. С. 43-47. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2023-32-1-43-47>
6. Обогащение хлебобулочных изделий пищевыми волокнами / Скорбина Е.А [и др.] // Пищевая индустрия. 2021. Вып. 1. С. 30-32.
7. Хмелева Е.В., Березина Н.А., Сатцаева И.К. Технология зернового хлеба из полбы // Известия Дагестанского ГАУ. 2022. № 4 (16). С. 321-329 [https://doi.org/10.52671/26867591\\_2022\\_4\\_321](https://doi.org/10.52671/26867591_2022_4_321)
8. Курганова Е.В., Ишевский А.Л. Разработка технологии функциональных продуктов на основе пророщенного зерна // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 3. С. 114-122.
9. Касьянов Г.И. Перспективы обработки пищевого сырья электромагнитным полем низкой частоты // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2014. № 1 (337). С. 35-38.
10. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции // Официальный сайт Комиссии таможенного союза [www.tsouz.ru](http://www.tsouz.ru), 15.12.2011
11. Лебедев Д.В., Рожков Е.А. Исследование эффективности озонирования куриных яиц // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67, № 4 (41). С. 75-82. <https://doi.org/10.22314/2658-4859-2020-67-4-75-82>
12. Рязанов Н.Д. История создания электроимпульсного озонирования воды высоковольтными импульсами наносекундной длительности // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2020. № 4 (148). С. 30-35.
13. Ермаков Д.Б. Продуктивность ячменя в зависимости от приемов озонирования посевного материала // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 1. С. 18-20.
14. Котельников С.Н. Основные механизмы взаимодействия озона с живыми системами и особенности проблемы приземного озона для России // Научный журнал Труды Института общей физики им. А.М. Прохорова. Т. 71. М.: Российская академия наук. 2015. С. 10-41.
15. Varga L., Szigeti J. Use of ozone in the dairy industry: a review // International Journal of Dairy Technology. 2016. Т. 69, № 2. С. 157-168. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12302>

16. Technologies for disinfection of food grains: advances and way forward / R. Sirohi [et al.] // Food Research International. 2021. T. 145. C. 110396. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110396>

## REFERENCES

1. Agapkin A.M., Zolotova S.V. Nutritional value, quality assessment and assortment of grain bread // Economy and entrepreneurship. 2022. No. 1 (138). P. 1445-1448. <https://doi.org/10.34925/EIP.2022.138.1.289> [In Russ.]
2. Alekhina N.N. Influence of freezing methods on the quality of grain bread // Bread products. 2022. No. 11. P. 32-36. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2022-31-11-32-36> [In Russ.]
3. Nilova L.P. Current trends in the bakery industry // Trends in the development of modern society: managerial, legal, economic and social aspects: collection of scientific articles of the XI All-Russian scientific and practical conference (Kursk, September 23-24, 2021). Kursk: South-West State University, 2021. P. 180-183. [In Russ.]
4. Shakhrai T.A., Vorobyova O.V., Viktorova E.P. Main trends in the development of the functional bakery products market // New technologies. 2021. Issue 3. P. 51-58. [In Russ.]
5. Chugunova O.V., Pankratyeva N.A., Ponomarev A.S. Use of a complex grain additive in the technology of wheat bread with spontaneous fermentation sourdough // Bread products. 2023. No. 1. P. 43-47. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2023-32-1-43-47> [In Russ.]
6. Enrichment of bakery products with dietary fiber / Skorbina E.A [et al.] // Food industry. 2021. Issue. 1. P. 30-32. [In Russ.]
7. Khmeleva E.V., Berezina N.A., Satsaeva I.K. Technology of grain bread from eincorn // Bulletin of the Dagestan State Agrarian University. 2022. No. 4 (16). P. 321-329 [https://doi.org/10.52671/26867591\\_2022\\_4\\_321](https://doi.org/10.52671/26867591_2022_4_321) [In Russ.]
8. Kurganova E.V., Ishevsky A.L. Development of technology for functional products based on sprouted grain // Scientific journal of NRU ITMO. Series: Processes and equipment for food production. 2014. No. 3. P. 114-122. [In Russ.]
9. Kasyanov G.I. Prospects for processing food raw materials with a low-frequency electromagnetic field // News of higher educational institutions. Food technology. 2014. No. 1 (337). P. 35-38. [In Russ.]
10. Technical regulations of the Customs Union TR CU 021/2011 On the safety of food products // Official website of the Customs Union Commission [www.tsouz.ru](http://www.tsouz.ru), 15.12.2011 [In Russ.]
11. Lebedev D.V., Rozhkov E.A. Investigation of the efficiency of ozonation of chicken eggs // Electrical technologies and electrical equipment in the agro-industrial complex. 2020. Vol. 67, No. 4 (41). P. 75-82. <https://doi.org/10.22314/2658-4859-2020-67-4-75-82> [In Russ.]
12. Ryazanov N.D. History of the creation of electric pulse ozonation of water with high-voltage pulses of nanosecond duration // Water purification. Water treatment. Water supply. 2020. No. 4 (148). P. 30-35. [In Russ.]
13. Ermakov D.B. Barley productivity depending on seed ozonation techniques // Bulletin of youth science of the Altai State Agrarian University. 2018. No. 1. P. 18-20. [In Russ.]
14. Kotelnikov S.N. Main mechanisms of ozone interaction with living systems and features of the ground-level ozone problem for Russia // Scientific journal. Proceedings of the General Physics Institute named after A.M. Prokhorov. Vol. 71. Moscow: Russian Academy of Sciences. 2015. P. 10-41. [In Russ.]
15. Varga L., Szigeti J. Use of ozone in the dairy industry: a review // International Journal of Dairy Technology. 2016. Vol. 69, No. 2. P. 157-168. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12302>
16. Technologies for disinfection of food grains: advances and way forward / R. Sirohi [et al.] // Food Research International. 2021. Vol. 145. P. 110396. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110396>

### Информация об авторах / Information about the authors

**Сокол Наталья Викторовна**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, улица им. Калинина, дом 13. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9051-8190>, e-mail: [sokol\\_n.v@mail.ru](mailto:sokol_n.v@mail.ru)

**Санжаровская Надежда Сергеевна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, улица им. Калинина, дом 13. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8403-7892>; e-mail: [hramova-n@mail.ru](mailto:hramova-n@mail.ru)

**Агаева Динара Рахмановна**, магистрант факультета пищевых производств и биотехнологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, улица им. Калинина, дом 13. e-mail: [dinarahagaeva@yandex.ru](mailto:dinarahagaeva@yandex.ru)

**Natalia V. Sokol**, Dr Sci. (Eng.), Professor, Professor, the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, Kalinin Street, Building 13. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9051-8190>, e-mail: [sokol\\_n.v@mail.ru](mailto:sokol_n.v@mail.ru)

**Nadezhda S. Sanzharovskaya**, PhD (Eng.), Associate Professor, the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, Kalinin Street, Building 13. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8403-7892>; e-mail: [hramova-n@mail.ru](mailto:hramova-n@mail.ru)

**Dinara R. Agayeva**, Master student, Faculty of Food Production and Biotechnology, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, Kalinin Street, Building 13. e-mail: [dinarahagaeva@yandex.ru](mailto:dinarahagaeva@yandex.ru)

#### Заявленный вклад соавторов

Санжаровская Надежда Сергеевна, Агаева Динара Рахмановна – проведение эксперимента  
Санжаровская Надежда Сергеевна – подбор литературных источников  
Сокол Наталья Викторовна – оформление статьи по требованиям журнала  
Сокол Наталья Викторовна – разработка методики исследования, валидация данных

#### Claimed contribution of the co-authors

Sanzharovskaya N.S., Agaeva D. R. – conducting the experiment  
Sanzharovskaya N.S. – selection of literary sources  
Sokol N.V. – article design according to the Journal requirements  
Sokol N.V. – development of the research methodology, data validation

Поступила в редакцию 09.04.2025

Поступила после рецензирования 16.05.2025

Принята к публикации 19.05.2025

Received 09.04.2025

Revised 16.05.2025

Accepted 19.05.2025

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-101-113>

УДК 663.252.61:66.061.35



## Исследование влияния способа обработки виноградных выжимок перед экстракцией на органолептические и физико-химические показатели экстракта

Ю.Н. Чернявская✉, А.А. Тягущева, Т.В. Першакова

*Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»,  
г. Краснодар, Российская Федерация,  
✉alyoshinvn@mail.ru*

**Аннотация. Введение.** Виноградные выжимки – побочный продукт винодельческой промышленности – являются источником многих биологически активных веществ с полезными свойствами. **Цель работы.** Изучение зависимости органолептических и физико-химических показателей экстрактов из виноградных выжимок сортов Каберне, Саперави, Первенец Магарача и Цитронный Магарача от способа обработки (высушивание и замораживание) выжимок перед экстракцией. **Методы исследования.** Биохимические (кислотность, содержание полифенольных веществ, витамина С, общих и редуцирующих сахаров), товароведные (внешний вид, аромат, вкус, цвет), математический анализ. **Результаты исследования.** Установлено, что органолептическая оценка экстрактов из выжимок красных сортов винограда была наибольшей у замороженного образца сорта Каберне (средний балл 4,0 против 2,5-3,5 у остальных образцов); у белых сортов винограда органолептическая оценка экстрактов принципиально не различалась. Кислотность экстрактов из выжимок красных сортов винограда (1,8-2,4 %) была в 3...9 раз выше, чем из выжимок белых сортов; при этом в экстрактах из замороженных выжимок кислотность была выше на 0,3-0,6 %. Наибольшее содержание полифенольных веществ было в экстрактах из выжимок сорта Саперави (543,42 мг/100г), наименьшее – из сорта Цитронный Магарача (179,68 мг/100г); сушка выжимок привела к снижению содержания полифенолов на 30,37-44,70 % в зависимости от сорта. Содержание витамина С находилось в диапазоне 2,21-4,80 мг/100г; сушка приводила к снижению этого показателя на 31,58-43,13 % в зависимости от сорта. Массовая доля общих сахаров находилась в диапазоне 2,1-6,3 %, редуцирующих сахаров – в диапазоне 1,5-5,2 % (в сладких выжимках эти показатели – в 2...3 раза выше, чем в сброженных); у трёх сортов из четырёх сушка привела к снижению массовой доли сахаров на 29,17-38,46 %. **Заключение.** Полученные данные могут быть использованы при разработке технологии производства безалкогольных напитков с использованием виноградных выжимок как источника биологически активных веществ.

**Ключевые слова:** виноградные выжимки, сушка, заморозка, экстракт, органолептические показатели, физико-химические показатели

**Для цитирования:** Чернявская Ю.Н., Тягущева А.А., Першакова Т.В. Исследование влияния способа обработки виноградных выжимок перед экстракцией на органолептические и физико-химические показатели экстракта. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):101-113. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-101-113>

**Благодарности:** Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № Н-24.1/44.

## Investigation of the influence of the method of grape pomace processing before extraction on the organoleptic and physicochemical parameters of the extract

Yu.N. Chernyavskaya✉, A.A. Tyagusheva,  
T.V. Pershakova

*The North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking,  
Krasnodar, the Russian Federation*  
✉alyoshinvn@mail.ru

**Abstract. Introduction.** Grape pomace is a by-product of the wine industry. It is a source of many biologically active substances with beneficial properties. **The goal of the research** was to study the dependence of organoleptic and physicochemical parameters of extracts from grape pomace of the Cabernet, Saperavi, Pervenets Magarach and Citronny Magarach varieties on the processing method (drying and freezing) of the pomace before extraction. **The research methods** included biochemical ones (acidity, content of polyphenolic substances, vitamin C, total and reducing sugars), commodity science methods (appearance, aroma, taste, color), mathematical analysis. **The research results.** It was found that the organoleptic assessment of extracts from pomace of red grape varieties was the highest for the frozen sample of the Cabernet variety (average score 4.0 versus 2.5-3.5 for the other samples); for white grape varieties, the organoleptic assessment of extracts did not differ fundamentally. The acidity of extracts from the pomace of red grape varieties (1.8-2.4%) was 3-9 times higher than that from the pomace of white varieties; at the same time, the acidity of extracts from frozen pomace was 0.3-0.6% higher. The highest content of polyphenolic substances was found in extracts from the pomace of the Saperavi variety (543.42 mg/100 g), the lowest – from that of the Citronny Magarach variety (179.68 mg/100 g); drying of the pomace led to a decrease in the polyphenol content by 30.37-44.70% depending on the variety. The content of vitamin C was in the range of 2.21-4.80 mg/100 g; drying led to a decrease in this indicator by 31.58-43.13% depending on the variety. The mass fraction of total sugars was in the range of 2.1-6.3%, reducing sugars - in the range of 1.5-5.2% (in sweet pomace these indicators are 2 ... 3 times higher than in fermented ones); for three varieties out of four, drying led to a decrease in the mass fraction of sugars by 29.17-38.46%. **The conclusion.** The data obtained can be used in the development of a technology for the production of soft drinks using grape pomace as a source of biologically active substances.

**Keywords:** grape pomace, drying, freezing, extract, organoleptic indicators, physicochemical indicators

**For citation:** Chernyavskaya Yu.N., Tyagusheva A.A., Pershakova T.V. Investigation of the influence of the method of grape pomace processing before extraction on the organoleptic and physicochemical parameters of the extract. *Novye tehnologii / New technologies.* 2025; 21(2):101-113. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-101-113>

**Acknowledgments:** The research was carried out with the financial support of the Kuban Science Foundation within the framework of scientific project No. Н-24.1/44.

**Введение.** Производство винограда и вина в мире постепенно возрастает: по данным ФАО, эти показатели в 2022 году превысили 78 и 27 млн. тонн соответственно. В России сбор винограда в последние годы увеличивался значительно более высокими темпами, чем в среднем в мире; производство вина подобной динамики не демонстрирует, но всё же составляет достаточно значи-

тельную величину – 1,79 % от мирового производства (табл. 1).

Побочным продуктом винодельческой промышленности являются виноградные выжимки (10-30 % от массы переработанного винограда), которые при этом содержат ряд биологически активных веществ (в первую очередь – полифенолов) с позитивными для здоровья людей свойствами (анти-

воспалительными, антиоксидантными, анти-микробными, кардиопротекторными, противораковыми и геропротекторными) [1, 2].

Эффективность извлечения биологически активных веществ из виноградных выжимок зависит от применяемых методов экстракции. В настоящее время во всём мире продолжают научные исследования, имеющие своей целью усовершенствование этих методов, например, с целью повышения выхода того или иного компонента или снижения нагрузки на окружающую среду [3, 4].

Например, в работе [5] были рассмотрены пять методов экстракции (мацерация при комнатной температуре, мацерация с нагреванием, ускоренная экстракция при повышенных давлении и температуре, экстракция с микроволновой или ультразвуковой обработками) антиоксидантных веществ из выжимок винограда сорта *Aglianico*. В качестве растворителя использовали 50 %-ный раствор этанола в воде. Самое высокое содержание общих полифенолов было обнаружено в экстрактах, полученных методом ускоренной экстракции (216,02-327,49 мгГАЕ/г сухого экстракта), самое низкое – в экстрактах, полученных с ультразвуковой обработкой (184,99-192,66 мгГАЕ/г сухого экстракта).

В работе [6] была изучена возможность селективной экстракции олеанолевой кислоты (тритерпеноид, обладающий противораковыми и противовирусными свойствами) из

виноградных выжимок (*Aglianico* и *Cabernet*) с помощью диметилкарбоната как более экологичной альтернативы традиционным растворителям (этилацетат, ацетон, бутанол). Было установлено, что содержание олеанолевой кислоты достигало 0,38 мг/г сухого экстракта в случае диметилкарбоната, 0,34 – в случае этилацетата, 0,11 – в случае ацетона и 0,04 – в случае бутанола. При этом также установлено, что диметилкарбонат позволяет проводить экстракцию олеанолевой кислоты с молярной селективностью 61%, а также что порция этого растворителя может быть восстановлена и использована снова в трёх циклах экстракции без значительного снижения выхода добываемого вещества.

В работе [7] была оценена эффективность экстракции антоцианов из виноградных выжимок сорта *Cabernet Sauvignon* с помощью ультразвуковой обработки (3.9 и 13.9 Вт/см<sup>2</sup>). В качестве растворителей использовали этанол, изопропанол, пропиленгликоль и этиленгликоль в концентрациях 50 и 100 % и при температурах 25 и 50 °С. Установлено, что ультразвуковое воздействие обеспечивает быструю экстракцию антоцианов, при этом максимальный выход достигается уже после 5 минутной обработки и дальнейшее продолжение воздействия (вплоть до 40 минут) не повышает продуктивность процесса. Наибольший выход антоцианов при этом обеспечил этанол, хотя экстракты с наибольшей антиоксидантной ёмкостью были получены при использовании пропиленгликоля.

**Таблица 1.** Производство винограда и вина в мире и России в 2010-2022 гг.  
(данные ФАО)

**Table 1.** Production of grapes and wine in the world and Russia in 2010-2022s  
(according to FAO data)

Год	Виноград (площадь возделывания, га)	Виноград (валовые сборы, млн. т)	Вино, млн. т
Мир			
2010	6980117	66,69940471	26,62521956
2015	7108139	76,59665401	28,70053282
2020	6873125	76,8136069	27,12941309
2022	6733525	78,20739767	27,35465012
Россия			
2010	42097	0,324290	0,76053
2015	62678	0,475197	0,40015
2020	72438	0,6819083	0,441
2022	77878	0,88950031	0,489

В работе [8] восемь экологичных эвтектических растворителей (холин-хлорид в сочетании с молочной кислотой, лимонной кислотой, бутандиолом, пропиленгликолем, мочевиной, глицеролом, ксилитолом и глюкозой) были использованы для экстракции антоцианов из виноградных выжимок (*Cabernet Sauvignon*) с ультразвуковой обработкой. Оптимальные результаты были получены при использовании в качестве растворителя смеси холин-хлорид : молочная кислота (молярное соотношение 1:2) при температуре 60 °С и продолжительности 60 минут. Выход антоцианов при этом составил 5,73 мг/г, что было более чем в три раза выше, чем при использовании традиционного растворителя (этанола).

В работе [9] было изучено влияние ферментации на процесс экстракции полифенольных веществ из выжимок винограда сорта *BRS Violeta*. Было установлено, что обработка выжимок ферментом целлюлаза привела к снижению в полученном впоследствии экстракте содержания общих полифенолов и флавоноидов. Но при этом был значительно увеличен выход отдельных компонентов экстракта. Так, например, содержание мирисетина возросло в 10,9 раза.

В работе [10] также было показано, что определённые виды полифенолов требуют определённых условий экстракции для максимизации выхода. Экстракцию из выжимок винограда сорта *Negra Criolla* проводили методом горячей жидкостной экстракции под давлением с использованием водно-этаноловых смесей (20-60 %) в качестве растворителя при температуре 100-160 °С. Самая низкая концентрация этанола (20 %) и самая высокая температура (160 °С) обеспечили наибольший выход флаванолов: 163,61 мкг/г сухого материала из семян и 10,37 мкг/г из кожуры. Выход фенольных кислот был максимальным при наибольших концентрации этанола и температуре: 45,34 мкг/г сухого материала из семян и 6,93 мкг/г из кожуры.

В работе [11] было показано, что повысить эффективность субкритической водной экстракции фенольных веществ из ви-

ноградных выжимок можно за счёт добавления природных эвтектических растворителей. Так, было установлено, что использование смеси холин-хлорид : мочевины в концентрации 30 % при температуре 100 °С приводило к увеличению выхода катехина и эпикатехина на 45,05 и 47,98 % соответственно по сравнению с обычной субкритической водной экстракцией.

В работе [12] был изучен потенциал водных растворов неионогенных поверхностно-активных веществ *Brij S20* (BS20) и полоксамер 407 (P407) (как по отдельности, так и в соотношении 1:1, 1:9 и 9:1) для экстракции полифенольных веществ из виноградных выжимок. Был выявлен синергетический эффект при сочетании этих веществ: содержание общих полифенолов в экстрактах на основе BS20/P407 (9:1) и (1:1) составило 54,49 и 54,73 мгГАЕ/г сухого материала соответственно, что выше вплоть до 19 %, чем в экстрактах на основе отдельных ПАВ.

В работе [13] было изучено омическое нагревание (технология, заключающаяся в пропускании электрического тока непосредственно через обрабатываемый материал, который также оказывается подвержен действию возникающего электрического поля) как способ повышения эффективности экстракции фенольных веществ из виноградных выжимок. Было установлено, что по сравнению с традиционным нагреванием омическое нагревание (14 В/см) позволило на 40 % увеличить выход общих полифенолов и на 44 % – флавоноидов.

В работе [14] было показано, что повысить эффективность экстракции полифенольных веществ из виноградных выжимок можно также с помощью предварительной обработки холодной атмосферной плазмой (60 кВ; 5, 10 и 15 минут). В результате этого воздействия выход фенольных экстрактов увеличился на 10,9-22,8 %, а их антиоксидантная ёмкость возросла на 16,7-34,7 %.

В работе [15] было изучено влияние нескольких способов экстракции (традиционный, с микроволновой и ультразвуковой обработками) на выход пектина из вино-

градных выжимок сортов *Fetească Neagră* и *Rară Neagră*. Было установлено, что микроволновое воздействие обеспечило максимальный выход (11,2 %) пектина для сорта *Rară Neagră*, в то время как традиционная экстракция привела к наибольшему выходу (9,9 %) для сорта *Fetească Neagră*. Эти данные указывают на то, что выжимки из различных сортов винограда могут требовать различных способов предварительной обработки для повышения эффективности экстракции.

Нами ранее были изучены биохимические показатели экстракта из виноградных выжимок в процессе его ферментации с использованием консорциума дрожжей *Zygosaccharomyces Kombuchaensis* и бактерий *Gluconacetobacter Xylinus* [16], влияние способа хранения виноградных выжимок на содержание полифенольных веществ и витамина С [17], а также оптимизация дозировок виноградных выжимок при изготовлении яблочной пастилы с функциональными свойствами [18].

Продлить время переработки выжимок можно различными способами, в том числе высушиванием и замораживанием [19]. Эти способы обработки, а также вид и сорт выжимок, также могут оказывать влияние на характеристики получаемых экстрактов.

Целью данной работы являлось исследование влияния способа обработки (высушивание и замораживание) виноградных выжимок перед экстракцией на органолептические и физико-химические показатели экстрактов.

**Материал и методы.** В качестве сырья использовали выжимки красных сортов винограда Саперави (сброженные) и Каберне (сладкие), а также белых сортов Цитронный Магарача (сброженные) и Первенец Магарача (сладкие) (Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ, Краснодарский край).

Перед проведением экстракции выжимки подвергали заморозке или сушке. Заморозку проводили в морозильной камере при температуре минус 22 °С в течение 5 часов. Влажность в замороженных

выжимках красных сортов винограда варьировалась в диапазоне 50,6-55,2 %, в выжимках из белых сортов – 41,8-45,5 %. Сушку проводили в сушильном шкафу при температуре 55 °С в течении 6 часов. Влажность в высушенных выжимках красных сортов составляла 4,2-5,5 %, в выжимках из белых сортов – 4,9-6,0 %. Внешний вид выжимок представлен в таблице 2.

Проводили водную экстракцию из исследуемых виноградных выжимок при температуре 60 °С в течение 24 ч при соотношении выжимки-вода 1:6.

Органолептические показатели экстрактов определяли в соответствии с разработанной шкалой балльной оценки: внешний вид (прозрачность), аромат, вкус, цвет.

Физико-химические показатели экстрактов определяли:

- кислотность – потенциометрическим методом по ГОСТ ISO 750-2013;
- содержание полифенольных веществ – колориметрическим методом с использованием реактива Фолина-Дениса [20];
- общих и редуцирующих сахаров – колориметрическим методом по ГОСТ 8756.13-87;
- витамина С – титриметрическим методом по ГОСТ 24556-89.

Повторность проведения исследований – трёхкратная. Для обработки полученных данных применяли программы Microsoft Excel и Statistica с использованием однофакторного дисперсионного анализа (=95%).

### **Результаты и обсуждение.**

Внешний вид полученных экстрактов представлен на рисунке 1.

Результаты исследования органолептических показателей полученных экстрактов из выжимок винограда приведены в таблице 3.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что органолептические показатели экстракта по категориям аромат, вкус, цвет для выжимок красных сортов винограда выше у замороженного образца сорта Каберне: средний балл – 4,0, в то время как у остальных образцов средний балл находился в диапазоне 2,5-3,5. У белых сортов винограда органолептическая оценка экстрактов была в целом сравнимой, с не-

большим превосходством, у высушенного образца сорта Первенец Магарача: средний балл 4,75 против 4,0 у других образцов.

На следующем этапе анализировали физико-химические показатели, которые приведены в таблице 4.

**Таблица 2** Исследуемые образцы  
**Table 2** Samples under study

Красные сорта		
Сорт	Замороженные	Высушенные
Саперави (сброженные)		
Каберне (сладкие)		
Белые сорта		
Сорт	Замороженные	Высушенные
Цитронный Магарача (сброженные)		
Первенец Магарача (сладкие)		



**Рис. 1** Образцы экстрактов исследуемых виноградных выжимок (высушенных и замороженных) различных сортов

**Fig. 1.** Samples of extracts of the studied grape pomace (dried and frozen) of different varieties

**Таблица 3.** Органолептические показатели экстрактов выжимок красных сортов винограда

**Table 3.** Organoleptic characteristics of red grape pomace extracts

Наименование показателя	Замороженные		Высушенные	
	Красные сорта			
	Саперави (сброженные)	Каберне (сладкие)	Саперави (сброженные)	Каберне (сладкие)
Внешний вид, прозрачность	5	5	5	5
Аромат	1	3	1	3
Вкус	1	3	1	2
Цвет	3	5	5	4
Средний балл	2,5	4,0	3,0	3,5
	Белые сорта			
	Цитронный Магарача (сброженные)	Первенец Магарача (сладкие)	Цитронный Магарача (сброженные)	Первенец Магарача (сладкие)
Внешний вид, прозрачность	5	5	5	5
Аромат	3	3	4	4
Вкус	3	4	4	5
Цвет	5	4	3	5
Средний балл	4,0	4,0	4,0	4,75

**Таблица 4** Физико-химические показатели экстрактов из выжимок красных и белых сортов винограда (замороженных – «М», высушенных – «С»)

**Table 4** Physicochemical parameters of extracts from pomace of red and white grape varieties (frozen – “M”, dried – “C”)

Сорт	Вид обработки	Кислотность, %	Полифенольные вещества, мг/100 г	Витамин С, мг/100 г	Сахара, %	
					общие	редуцирующие
Красные сорта						
Саперави (сброженные)	М	2,4 ±0,03	543,42 ±23,91	3,93 ±0,06	3,4 ±0,3	2,4 ±0,3
	С	1,8 ±0,04	300,53 ±12,62	2,39 ±0,07	2,1 ±0,3	1,7 ±0,3
Каберне (сладкие)	М	2,3 ±0,02	315,40 ±14,18	4,36 ±0,07	5,6 ±0,3	4,2 ±0,3
	С	1,8 ±0,04	187,42 ±8,62	2,54 ±0,08	3,6 ±0,3	2,9 ±0,3
Белые сорта						
Цитронный Магарача (сброженные)	М	0,7 ±0,01	258,06 ±12,39	3,23 ±0,06	2,4 ±0,3	1,5 ±0,3
	С	0,2 ±0,01	179,68 ±8,27	2,21 ±0,07	2,5 ±0,3	2,0 ±0,3
Первенец Магарача (сладкие)	М	0,5 ±0,01	403,90 ±17,77	4,80 ±0,08	6,3 ±0,3	5,2 ±0,3
	С	0,2 ±0,01	251,02 ±11,28	2,73 ±0,07	4,0 ±0,3	3,2 ±0,3

Из приведённой таблицы видно, что экстракты из выжимок как разных сортов, так и видов обработки имеют отличия между собой в физико-химическом составе. Рассматривая кислотность экстрактов, можно сделать вывод о том, что у выжимок красных сортов винограда данный показатель в 3...9 раз выше (то есть на 1,6-1,9 %), чем у выжимок белых сортов. При этом кислотность экстрактов принципиально не различалась у сортов Саперави и Каберне (красные), а также Цитронный Магарача и Первенец Магарача (белые). Но зато существенная разница наблюдалась в зависимости от вида предварительной обработки: в экстрактах из замороженных выжимок кислотность была выше на 0,3-0,6 %.

Содержание полифенольных веществ оказалось наибольшим в экстрактах из выжимок из красного сорта винограда Саперави (543,42 мг/100г), наименьшим – из белого сорта Цитронный Магарача (179,68 мг/100г). Впрочем, второй белый сорт – Первенец Магарача – также показал достаточно высокое значение этого показателя (403,90 мг/100г). При этом было отмечено, что сушка выжимок как способ предварительной обработки негативно сказывается на содержании полифенолов: снижение составило 44,70 % в случае сорта Саперави, 40,58 % в случае сорта Каберне, 30,37 % в случае сорта Цитронный Магарача и 37,85 % в случае сорта Первенец Магарача.

Содержание витамина С в экстрактах из исследуемых выжимок находилось в диапазоне от 2,21 до 4,80 мг/100г и определялось в первую очередь видом предварительной обработки, но не сортовой принадлежностью. Нагревание, которому выжимки подвергались в процессе сушки, привело к существенному снижению этого показателя: на 39,19 % в случае сорта Саперави, 41,74 % в случае сорта Каберне, 31,58 % в случае сорта Цитронный Магарача и 43,13 % в случае сорта Первенец Магарача.

Массовая доля общих сахаров в исследуемых выжимках находилась в диапазоне 2,1-6,3 %, редуцирующих сахаров – в диапазоне 1,5-5,2 %. Эти показатели зависели от типа

исследуемых выжимок: в сладких выжимках содержание сахаров было, как и следовало ожидать, примерно в 2...3 раза выше, чем в сброженных. Что касается вида предварительной обработки, то она оказала неоднозначное влияние. Для трёх сортов сушка привела к снижению массовой доли сахаров: на 29,17-38,24 % в случае сорта Саперави, 30,95-35,71 % в случае сорта Каберне и 36,51-38,46 % в случае сорта Первенец Магарача. Но в случае сброженных выжимок сорта Цитронный Магарача содержание сахаров осталось примерно тем же или даже несколько возросло.

**Заключение.** Таким образом, в ходе проведённого исследования была установлена зависимость органолептических (внешний вид, аромат, вкус, цвет) и физико-химических (кислотность, содержание полифенольных веществ, витамина С, общих и редуцирующих сахаров) показателей экстрактов из виноградных выжимок сортов Каберне, Саперави, Первенец Магарача и Цитронный Магарача от способа обработки (высушивание и замораживание) выжимок перед экстракцией.

Установлено, что органолептическая оценка экстрактов из выжимок красных сортов винограда была наибольшей у замороженного образца сорта Каберне (средний балл 4,0 против 2,5-3,5 у остальных образцов); у белых сортов винограда органолептическая оценка экстрактов принципиально не различалась. Кислотность экстрактов из выжимок красных сортов винограда была в 3...9 раз выше, чем из выжимок белых сортов; также существенная разница наблюдалась в зависимости от вида предварительной обработки: в экстрактах из замороженных выжимок кислотность была выше на 0,3-0,6 %. На содержание полифенольных веществ также оказывали влияние и сортовая принадлежность, и вид обработки: наибольшим оно было в экстрактах из выжимок сорта Саперави (543,42 мг/100г), наименьшим – из сорта Цитронный Магарача (179,68 мг/100г); сушка выжимок негативно сказывалась на содержании полифенолов, снижение состава

вило 30,37-44,70 % в зависимости от сорта. Содержание витамина С в экстрактах находилось в диапазоне 2,21-4,80 мг/100г и определялось в первую очередь видом предварительной обработки: сушка приводила к снижению этого показателя на 31,58-43,13 % в зависимости от сорта. Массовая доля общих сахаров находилась в диапазоне 2,1-6,3 %, редуцирующих сахаров – в диапазоне 1,5-5,2 % (в сладких вы-

жимках – в 2...3 раза выше, чем в сброженных); у трёх сортов из четырёх сушка привела к снижению массовой доли сахаров на 29,17-38,46 %.

Полученные данные могут быть использованы при разработке технологии производства безалкогольных напитков с использованием виноградных выжимок как источника биологически активных веществ.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Effects of micronization on dietary fiber composition, physicochemical properties, phenolic compounds, and antioxidant capacity of grape pomace and its dietary fiber concentrate / Bender Ana Betine Beutinger [et al.] // LWT. 2020. Vol. 117. P. 108652. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108652>
2. Phenolic and nutritional profiles, and antioxidant activity of grape pomaces and seeds from Lacrima di Morro d'Alba and Verdicchio varieties / D. Abouelenein [et al.] // Food Bioscience. 2023. Vol. 53. Article 102808. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102808>
3. Pressurized liquid extraction as an innovative high-yield greener technique for phenolic compounds recovery from grape pomace / Tatiane de O.X. [et al.] // Sustainable Chemistry and Pharmacy. 2024. Vol. 40. P. 101635. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2024.101635>
4. Yeast fermentation of apple and grape pomaces affects subsequent aqueous pectin extraction: Composition, structure, functional and antioxidant properties of pectins / Fangzhou Xu. [et al.] // Food Hydrocolloids. 2022. Vol. 133. P. 107945. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107945>
5. Aglianico grape pomace as a source of antioxidant and anti-proliferative biomolecules: Eco-friendly extraction and HRMS/MS-based molecular networking / Maria Ponticelli [et al.] // Food Chemistry. 2025. Vol. 469. P. 142573. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142573>
6. Efficient and selective extraction of oleanolic acid from grape pomace with dimethyl carbonate / Francesco Errichiello [et al.] // Green Chemistry. 2024. Vol. 26, Iss. 19. P. 10177-10188. <https://doi.org/10.1039/d4gc03624g>
7. Sustainable assessment of ultrasound-assisted extraction of anthocyanins with bio-based solvents for upgrading grape pomace Cabernet Sauvignon derived from a winemaking process / Andrés Córdova [et al.] // Ultrasonics Sonochemistry. 2025. Vol. 112. P. 107201. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2024.107201>
8. Application of green deep eutectic solvents for anthocyanins extraction from grape pomace: Optimization, stability, antioxidant activity, and molecular dynamic simulation / Zhongxu Li. [et al.] // LWT. 2024. Vol. 211. P. 116878. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116878>
9. Cellulase-assisted extraction followed by pressurized liquid extraction for enhanced recovery of phenolic compounds from 'BRS Violeta' grape pomace / Tatiane O.X. [et al.] //

Separation and Purification Technology. 2025. Vol. 354, part 6. P. 129218. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.129218>

10 Hot pressurized liquid extraction of polyphenols from the skin and seeds of *Vitis vinifera* L. Cv. Negra Criolla pomace a Peruvian native Pisco industry waste / E.E. Allcca-Al [et al.] // Agronomy. 2021. Vol. 11. P. 866. DOI: 10.3390/agronomy11050866

11. Implementation of subcritical water extraction with natural deep eutectic solvents for sustainable extraction of phenolic compounds from winemaking by-products / L. Loarce [et al.] // Food Research International. 2020. Vol. 137. P. 109728. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109728

12. Aqueous solutions of non-ionic surfactant mixtures as mediums for green extraction of polyphenols from red grape pomace / Milica Atanacković Krstonošić [et al.] // Sustainable Chemistry and Pharmacy. 2023. Vol. 33. P. 101069. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101069>

13. Extraction of phenolic compounds from grape pomace using ohmic heating: Chemical composition, bioactivity and bioaccessibility / P. Ferreira-Santos [et al.] // Food Chemistry. 2024. Vol. 436. P. 137780. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137780>

14. Yiwen Bao, Lavanya Reddivari Jen-Yi Huang Enhancement of phenolic compounds extraction from grape pomace by high voltage atmospheric cold plasma // LWT. 2020. Vol. 133. P. 109970. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109970>

15. Mariana Spinei, Mircea Oroian Structural, functional and physicochemical properties of pectin from grape pomace as affected by different extraction techniques // International Journal of Biological Macromolecules. 2023. Vol. 224. P. 739-753. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.10.162>

16. Исследование биохимических показателей экстракта из виноградных выжимок в процессе его ферментации с использованием консорциума дрожжей *Zygosaccharomyces Kombuchaensis* и бактерий *Gluconacetobacter Xylinus* / Бабакина М.В. [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. 2023. № 1 (391). С. 32-36. DOI: 10.26297/0579-3009.2023.1.3

17. Сравнительная характеристика влияния способа хранения виноградных выжимок на содержание полифенольных веществ и витамина С / Е.С. Семиряжко [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 73 (1). С. 263-271. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-1-73-263-271

18. Оптимизация дозировок виноградных выжимок при производстве кондитерских изделий / Семиряжко Е.С. [и др.] // Ползуновский вестник. 2024. № 2. С. 107-112. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.013

19. Ultrasound and freezing pretreatment as effective solutions for convective drying of BRS vitória grape / Nathalia Barbosa da Silva [et al.] // Food Chemistry. 2025. Vol. 473. P. 143041. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143041>

20. Николаева Т.Н., Лапшин П.В., Загоскина Н.В. Метод определения суммарного содержания фенольных соединений в растительных экстрактах с реактивом Фолина-Дениса и реактивом Фолина-Чокальтеу: модификация и сравнение // Химия растительного сырья. 2021. № 2. С. 291-299. DOI: 10.14258/jcprm.2021028250

## REFERENCES

1. Effects of micronization on dietary fiber composition, physicochemical properties, phenolic compounds, and antioxidant capacity of grape pomace and its dietary fiber concentrate / Bender Ana Betine Beutinger [et al.] // LWT. 2020. Vol. 117. P. 108652. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108652>

2. Phenolic and nutritional profiles, and antioxidant activity of grape pomaces and seeds from Lacrima di Morro d'Alba and Verdicchio varieties / D. Abouelenein [et al.] // Food Bioscience. 2023. Vol. 53. Article 102808. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102808>

3. Pressurized liquid extraction as an innovative high-yield greener technique for phenolic compounds recovery from grape pomace / Tatiane de O.X. [et al.] // *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. 2024. Vol. 40. P. 101635. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2024.101635>
4. Yeast fermentation of apple and grape pomaces affects subsequent aqueous pectin extraction: Composition, structure, functional and antioxidant properties of pectins / Fangzhou Xu. [et al.] // *Food Hydrocolloids*. 2022. Vol. 133. P. 107945. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107945>
5. Aglianico grape pomace as a source of antioxidant and anti-proliferative biomolecules: Eco-friendly extraction and HRMS/MS-based molecular networking / Maria Ponticelli [et al.] // *Food Chemistry*. 2025. Vol. 469. P. 142573. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142573>
6. Efficient and selective extraction of oleanolic acid from grape pomace with dimethyl carbonate / Francesco Errichiello [et al.] // *Green Chemistry*. 2024. Vol. 26, Iss. 19. P. 10177-10188. <https://doi.org/10.1039/d4gc03624g>
7. Sustainable assessment of ultrasound-assisted extraction of anthocyanins with bio-based solvents for upgrading grape pomace Cabernet Sauvignon derived from a winemaking process / Andrés Córdova [et al.] // *Ultrasonics Sonochemistry*. 2025. Vol. 112. P. 107201. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2024.107201>
8. Application of green deep eutectic solvents for anthocyanins extraction from grape pomace: Optimization, stability, antioxidant activity, and molecular dynamic simulation / Zhongxu Li. [et al.] // *LWT*. 2024. Vol. 211. P. 116878. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116878>
9. Cellulase-assisted extraction followed by pressurized liquid extraction for enhanced recovery of phenolic compounds from 'BRS Violeta' grape pomace / Tatiane O.X. [et al.] // *Separation and Purification Technology*. 2025. Vol. 354, part 6. P. 129218. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.129218>
- 10 Hot pressurized liquid extraction of polyphenols from the skin and seeds of *Vitis vinifera* L. Cv. Negra Criolla pomace a Peruvian native Pisco industry waste / E.E. Alleca-Al [et al.] // *Agronomy*. 2021. Vol. 11. P. 866. DOI: 10.3390/agronomy11050866
11. Implementation of subcritical water extraction with natural deep eutectic solvents for sustainable extraction of phenolic compounds from winemaking by-products / L. Loarce [et al.] // *Food Research International*. 2020. Vol. 137. P. 109728. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109728
12. Aqueous solutions of non-ionic surfactant mixtures as mediums for green extraction of polyphenols from red grape pomace / Milica Atanacković Krstonošić [et al.] // *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. 2023. Vol. 33. P. 101069. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101069>
13. Extraction of phenolic compounds from grape pomace using ohmic heating: Chemical composition, bioactivity and bioaccessibility / P. Ferreira-Santos [et al.] // *Food Chemistry*. 2024. Vol. 436. P. 137780. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137780>
14. Yiwen Bao, Lavanya Reddivari Jen-Yi Huang Enhancement of phenolic compounds extraction from grape pomace by high voltage atmospheric cold plasma // *LWT*. 2020. Vol. 133. P. 109970. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109970>
15. Mariana Spinei, Mircea Oroian Structural, functional and physicochemical properties of pectin from grape pomace as affected by different extraction techniques // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023. Vol. 224. P. 739-753. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.10.162>
16. Investigation of biochemical parameters of grape pomace extract during its fermentation using a consortium of *Zygosaccharomyces Kombuchaensis* yeast and *Gluconacetobacter Xylinus* bacteria / Babakina M.V. [et al.] // *News of universities. Food technology*. 2023. No. 1 (391). P. 32-36. DOI: 10.26297/0579-3009.2023.1.3 [In Russ.]

17. Comparative characteristics of the influence of grape pomace storing method on the content of polyphenolic substances and vitamin C / E.S. Semiryazhko [et al.] // Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2022. No. 73 (1). P. 263-271. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-1-73-263-271 [In Russ.]

18. Optimization of grape pomace dosages in confectionery production / Semiryazhko E.S. [et al.] // Polzunovsky Vestnik. 2024. No. 2. P. 107-112. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.013 [In Russ.]

19. Ultrasound and freezing pretreatment as effective solutions for convective drying of BRS vitória grape / Nathalia Barbosa da Silva [et al.] // Food Chemistry. 2025. Vol. 473. P. 143041. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143041>

20. Nikolaeva T.N., Lapshin P.V., Zagoskina N.V. Method for determining the total content of phenolic compounds in plant extracts with Folin-Denis reagent and Folin-Ciocalteu reagent: modification and comparison // Chemistry of Plant Raw Materials. 2021. No. 2. P. 291-299. DOI: 10.14258/jcprm.2021028250 [In Russ.]

### Информация об авторах / Information about the authors

**Чернявская Юлия Николаевна**, младший научный сотрудник, аспирант отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья, «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» - филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; 350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, 2, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0504-9997>, e-mail: [kisp@kubannet.ru](mailto:kisp@kubannet.ru)

**Тягушева Анна Анатольевна**, младший научный сотрудник, аспирант отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья, «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» - филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; 350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, 2, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1236-1148>, e-mail: [777any777@mail.ru](mailto:777any777@mail.ru)

**Першакова Татьяна Викторовна**, доктор техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья, «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» - филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; 350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, 2, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8528-0966>, e-mail: [7999997@inbox.ru](mailto:7999997@inbox.ru)

**Yulia N. Chernyavskaya**, Junior researcher, Postgraduate student, the Department of storage and complex processing of agricultural raw materials, the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Winemaking; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Topolinaya Alley St., ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0504-9997>, e-mail: [kisp@kubannet.ru](mailto:kisp@kubannet.ru)

**Anna A. Tyagusheva**, Junior researcher, Postgraduate student, the Department of storage and complex processing of agricultural raw materials, the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Winemaking; 350072, the Russian Federation,

Krasnodar, 2 Topolinaya Alley St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1236-1148>, e-mail: 777any777@mail.ru

**Tatiana V. Pershakova**, Dr Sci. (Eng.), Associate Professor, Leading Researcher, the Department of storage and complex processing of agricultural raw materials, the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Winemaking; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Topolinaya Alley St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8528-0966>, e-mail: 7999997@inbox.ru

#### **Заявленный вклад соавторов**

Чернявская Юлия Николаевна – подбор литературных источников, проведение экспериментов

Тягущева Анна Анатольевна – подбор литературных источников, проведение экспериментов

Першакова Татьяна Викторовна – оформление статьи по требованиям журнала, разработка методики исследования, валидация данных

#### **Claimed contribution of the co-authors**

Chernyavskaya Yu.N. – selection of literary sources, conducting experiments

Tyagusheva A.A. – selection of literary sources, conducting experiments

Pershakova T.V. – article design according to the Journal requirements, development of the research methodology, data validation

Поступила в редакцию 28.03.2025

Поступила после рецензирования 05.05.2025

Принята к публикации 06.05.2025

Received 28.03.2025

Revised 05.05.2025

Accepted 06.05.2025

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-114-139>

УДК 634.002.5:641.5



## Разработка технологии получения и рецептуры высокобелковых картофельных пищевых продуктов с пониженным гликемическим индексом

**В.В. Шилов<sup>1</sup>, В.В. Литвяк<sup>2</sup>, А.А. Журня<sup>3</sup>, Ю.Ф. Росляков<sup>4</sup>,  
Т.В. Окулова<sup>3</sup>, А.М. Мазур<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*«Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова»  
Белорусского государственного университета,  
г. Минск, Республика Беларусь,*

<sup>2</sup>*Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмал-  
содержащего сырья – филиал Федерального государственного бюджетного научного  
учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»,  
пос. Красково, Российская Федерация*

<sup>3</sup>*Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной  
академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>4</sup>*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего об-  
разования «Кубанский государственный технологический университет»,  
г. Краснодар, Российская Федерация,  
✉lizaveta\_ros@mail.ru*

<sup>5</sup>*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск Республика Беларусь*

**Аннотация. Введение.** Правильно организованное профилактическое и диетическое питание – важная составляющая профилактического подхода к защите здоровья человека. **Цель.** Создать на основе математического моделирования сбалансированные рецептурные составы высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) с оптимизированным гликемическим индексом (ГИ). **Исследования.** Настоящая статья посвящена разработке технологии получения высокобелковых картофельных пищевых продуктов, таких как драники и клецки, с пониженным ГИ. Учитывая растущие проблемы с недостаточным потреблением белка в рационе, в работе акцентируется внимание на необходимости разработки новых функциональных пищевых продуктов, которые могут удовлетворить потребности современного населения. **Методы.** В ходе исследования использовалось математическое моделирование для создания сбалансированных рецептур высокобелковых картофельных продуктов. Для оценки вкусовых и текстурных характеристик применялись органолептические методы, а также физико-химические методы анализа для определения содержания белка, жира и углеводов. ГИ анализировался на группе здоровых добровольцев, что позволило оценить влияние различных рецептур на уровень сахара в крови. **Результаты.** Разработаны рецептуры высокобелковых драников и клецек, содержащие как животные, так и растительные белки. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что содержание белка в разработанных продуктах составило не менее 20% от общей калорийности. Измерения ГИ подтвердили, что замораживание до  $-18^{\circ}\text{C}$  способствовало снижению ГИ в среднем на 28,6%, что делает эти продукты более приемлемыми для людей, контролирующих уровень сахара в крови.

© В.В. Шилов, В.В. Литвяк, А.А. Журня, Ю.Ф. Росляков, Т.В. Окулова, А.М. Мазур, 2025

**Заключение.** Высокобелковые картофельные продукты могут быть рекомендованы как функциональные продукты для профилактического и лечебного питания, а также для спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни. Исследование подчеркивает значимость белка в рационе для поддержания здоровья, повышения работоспособности и профилактики заболеваний, связанных с обменом веществ. Разработка таких продуктов может внести вклад в улучшение качества питания и здоровья населения, что особенно актуально в современных условиях.

**Ключевые слова:** высокобелковые продукты, картофель, драники, клецки, гликемический индекс, технология, здоровье, питание

**Для цитирования:** Шилов В.В., Литвяк В.В., Журня А.А., Росляков Ю.Ф., Окулова Т.В., Мазур А.М. Разработка технологии получения и рецептуры высокобелковых картофельных пищевых продуктов с пониженным гликемическим индексом. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):114-139. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-114-139>

## Development of technology for obtaining and formulating high-protein potato food products with a low glycemic index

V.V. Shilov<sup>1</sup>, V.V. Litvyak<sup>2</sup>, A.A. Zhurnya<sup>3</sup>, Yu.F. Roslyakov✉<sup>4</sup>,  
T.V. Okulova<sup>3</sup>, A.M. Mazur<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*International Sakharov Environmental Institute of Belarussian State University, Minsk, the Republic of Belarus,*

<sup>2</sup>*All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials Processing – Branch of Russian Potato Research Centre, Kraskovo, The Russian Federation*

<sup>3</sup>*Republican unitary enterprise “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food”, Minsk, the Republic of Belarus,*

<sup>4</sup>*Kuban State Technological University, Krasnodar, the Russian Federation, ✉lizaveta\_ros@mail.ru*

<sup>5</sup>*Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, the Republic of Belarus*

**Abstract. Introduction.** Properly organized preventive and dietary nutrition is an important component of the preventive approach to protecting human health. **The goal of the research** was to create balanced recipes for high-protein potato food products (potato pancakes and dumplings) with an optimized glycemic index (GI) based on mathematical modeling. **The research.** The technology for obtaining high-protein potato food products, such as pancakes and dumplings, with a reduced GI has been developed in the research. The research takes into account the growing problems with insufficient protein intake in the diet, and focuses on the need to develop new functional foods that can meet the needs of the modern population. **The methods.** Mathematical modeling was used to create balanced recipes for high-protein potato products. To assess the taste and texture characteristics, organoleptic methods, as well as physicochemical methods of analysis to determine the content of protein, fat and carbohydrates were used. GI was analyzed on a group of healthy volunteers, which made it possible to assess the effect of various recipes on blood sugar levels. **The results.** High-protein potato pancakes and dumplings recipes containing both animal and vegetable proteins have been developed. Experimental data indicate that the protein content in the developed products is at least 20% of the total caloric value. GI measurements confirm that freezing to -18°C contribute to a GI reduction of 28.6% on average, making these products more acceptable for people monitoring their blood sugar levels. **The conclusion.** High-protein potato

products can be recommended as functional products for preventive and therapeutic nutrition, as well as for athletes and people leading an active lifestyle. The study emphasizes the importance of protein in the diet for maintaining health, improving performance, and preventing metabolic diseases. The development of such products can contribute to improving the quality of nutrition and health of the population, which is especially important in modern conditions.

**Keywords:** high-protein products, potatoes, potato pancakes, dumplings, glycemic index, technology, health, nutrition

**For citation:** Shilov V.V., Litvyak V.V., Zhurnya A.A., Roslyakov Yu.F., Okulova T.V., Mazur A.M. Development of technology for obtaining and formulating high-protein potato food products with a low glycemic index. *Novye tehnologii / New technologies*. 2025; 21(2): 114-139. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-114-139>

**Введение.** Правильно организованное профилактическое и диетическое питание – важная составляющая профилактического подхода к защите здоровья человека [1].

Многие заболевания, в том числе профессиональные, согласно сведениям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), связаны с недостаточно сбалансированным высоким потреблением белков, в качественном и количественном отношении. Важность белкового компонента пищи связана с тем, что белок, являясь основным пластическим материалом организма, принимает участие во всех процессах обмена веществ, синтезе клеток, тканевых структур, а также синтезе и расщеплении биологически активных соединений (ферментов, гормонов, нейромедиаторов, регуляторных пептидов, витаминов и др.), удовлетворении энергетических потребностей деятельности всех органов и систем. Функциональная важность и многообразие, реализуемые молекулами белка, определяют их особенную значимость в повышении умственной и физической работоспособности, продлении активной и здоровой жизни, а также в профилактике и лечении заболеваний. Суточное потребление для здорового взрослого человека – 100–110 г белка, а при повышенной физической и эмоциональной нагрузке потребление белка в сутки – 120–140 г. Традиционными продуктами питания становится невозможно восполнить такие потребности в белке [1–3].

Сегодня на российском и белорусском рынке функциональных продуктов пред-

ставлены импортные протеиновые макароны производства MyProtein (США), Ostrovit (Польша). В РФ производятся и экспортируются высокобелковые макароны «Макфа». В продаже имеются также другие продукты с высоким содержанием белка: блины PureProtein, смесь для выпечки блинчиков и оладий Scitec Nutrition, маффины Protein Rex.

Термины «сложные углеводы» и «простые сахара» сейчас уже признаны не имеющими значительной физиологической или пищевой значимости. Большинство полисахаридов (высокомолекулярных углеводов), например, нативный крахмал и мальтодекстрины, способны очень быстро при помощи амилалитических (пищеварительных) ферментов расщепляться и трансформироваться в глюкозу (часто даже быстрее, чем сахароза). На основании этого ВОЗ/Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций (ФАО) даёт рекомендацию не использовать данные термины и применять вместо них понятия «общее содержание углеводов в пище» и «ГИ» [4, 5].

Важным индикатором питания людей ведущих здоровый образ жизни, и спортивного питания для любого пищевого продукта, в том числе и мучных продуктов, является уровень ГИ – ISO 26642:2010. ГИ продуктов влияет на доступность углеводов во время тренировки и на скорость синтеза гликогена [6]. Продукты с пониженным ГИ рекомендуются для приема перед тренировкой и в течение короткого периода восстановления (<6 часов).

Значимым для контроля веса тела и поддержания здоровья в целом является употребление в пищу продуктов с пониженным ГИ. Умеренно высокое содержание белка в рационе в сочетании с пониженным ГИ пищи очень важно для рационального питания. Установлено, что диеты с низким ГИ хорошо действуют при таких заболеваниях, как диабет 2-го типа, ишемическая болезнь сердца, некоторых онкологических процессах. Диеты с пониженным ГИ, как продемонстрировали 28 клинических исследований, могут независимо от потери веса существенно понизить уровни холестерина ЛПНП и общего холестерина [5, 7, 8].

Однако исследований, касающихся разработки способов снижения ГИ пищевых продуктов, проведено считанное количество.

Важным аспектом для понижения ГИ является резистентный крахмал или крахмал, устойчивый к действию амилолитических ферментов, который образуется в крахмалсодержащих пищевых продуктах при температурной обработке: варке, жарке, охлаждении, замораживании [9–17].

Во многих странах мира и, в первую очередь, в Республике Беларусь (РБ) и Российской Федерации (РФ), картофель является важным пищевым продуктом, продукты на основе картофеля пользуются большой популярностью у потребителей [18].

**Цель исследования:** создать на основе математического моделирования сбалансированные рецептурные составы высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) с оптимизированным ГИ.

**Методы исследования.** *Объект исследований.* Объект исследований – картофельные пищевые продукты – популярные блюда европейской кухни, приготовленные в зависимости от рецепта: 1) драники из натёртого или давленного сырого картофеля с добавлением соли, яиц, муки и вкусовых ингредиентов (лука, чеснока, мяса и т.д.) с последующей жаркой на сковороде на свином жире или сливочном масле или растительном масле; 2) клецки из измельчённого с помощью сита или пресс-пюре отварного или тёртого и отжатого сырого

картофеля или их смеси, обычно с добавлением муки или манной крупы и яиц.

*Дизайн исследования.* Дизайн проведенных исследований состоит из следующих этапов: 1) подбор и подготовка сырья для получения высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек); 2) математическое моделирование компонентного состава высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек); 3) на основании математического моделирования разработка рабочих рецептурных смесей для приготовления высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек); 4) получение лабораторных образцов высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек); 5) исследование органолептических характеристик (формы, поверхности, цвета, консистенции, вкуса и запаха) высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек); 6) температурное воздействие (охлаждение-замораживание-размораживание) на высокобелковые картофельные пищевые продукты (драники и клецки); 7) исследования физико-химических показателей лабораторных образцов высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек); 8) определения ГИ высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек).

*Сырье.* В качестве сырья использовали продукты производства РБ, РФ, Австрии и Франции: 1) картофель свежий по ГОСТ 7176 (ОАО «Новая Друть», РБ); 2) муку пшеничную высшего сорта (в/с) по ГОСТ 26574 (ОАО «Лидапищеконцентраты», РБ); 3) крахмал картофельный по ГОСТ Р 53876 (ООО «Чувашьенкрахмал», РФ); 4) соль поваренная по ГОСТ Р 51574 (ООО «Руссол», РФ); 5) лимонная кислота по ГОСТ 908 (ОАО «Скидельский сахарный комбинат, РБ); 6) яйцо сырое куриное по ГОСТ 31654 (ОАО «Агрокомбинат «Держинский», РБ); 7) камедь ксантановая по ГОСТ 33333; 8) белки животного и растительного происхождения: 8.1) концентрат сывороточного белка (КСБ) 80% по ГОСТ

Р 53456 (Щучинский филиал ОАО «Молочный Мир», РБ), 8.2) концентрат молочного белка (КМБ) 85% по ТНПА (компания «Ingredia», Франция); 8.3) пшеничный белок по ГОСТ 31934 (ЗАО «Белорусская национальная биотехнологическая корпорация», РБ), 8.4) изолят гороховый белок 80% по техническим нормативным правовым актам (ТНПА) (компания «Blindenmass», Австрия).

*Математическое моделирование компонентного состава высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек).* С применением метода программирования линейного с помощью версии R2022b (24.08.2022 г.) программы MatLab (разработчик – компания «The MathWorks» и Клив Б. Молер, США) осуществляли оптимизацию количественного соотношения сырья в рецептурных составах высокобелковых изделий [19, 20].

При помощи встроенной в MatLab функции *linprog* из дополнения Optimization Toolbox решали задачу по планированию оптимальной рецептурной смеси.

Заданы следующие условия для правильной работы с этой функцией:

$$\begin{cases} f^T \cdot x \rightarrow \inf, \\ A \cdot x \leq b, \\ Aeq \cdot x = beq, \\ lb \leq x \leq rb. \end{cases} \quad (1)$$

где  $f$  – вектор коэффициентов целевой функции;  $A$ ,  $Aeq$  – матрица ограничений-неравенств;  $b$ ,  $beq$  – векторы правых частей ограничений-неравенств;  $lb$  – вектор, ограничивающий план  $x$  снизу;  $rb$  – вектор, ограничивающий план  $x$  сверху.

Оптимальный план по  $x$  и экстремальное значение функции  $fval$  даёт на выходе функция *linprog*.

*Технология получения лабораторных образцов высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек).* Технология получения лабораторных образцов высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) следующая:

1. Технология получения лабораторных образцов высокобелковых драников. Сырой подготовленный картофель натирают на мелкой терке, добавляют муку, соль, яйцо сырое куриное или яичный порошок, картофельный крахмал, лимонную кислоту и ксантовую камедь; полученную смесь хорошо перемешивают до образования однородной массы. Затем постепенно вводят белковый компонент в соответствии с рецептурой (КСБ-80, КМБ-85, изолят горохового белка или пшеничный белок), тщательно перемешивают до получения однородной массы. Полученную смесь оставляют на 30–40 мин до растворения и набухания белкового ингредиента. Высокобелковые драники жарят на разогретых до 150–160°C, смазанных маслом сковородах, толстостенных противнях или электросковородах с обеих сторон до образования золотистой корочки.

2. Технология получения лабораторных образцов высокобелковых клецек. Сырой подготовленный картофель натирают на мелкой терке. Полученную картофельную массу отжимают через марлю, добавляют соль, картофельный крахмал, лимонную кислоту, ксантовую камедь и белковый компонент в соответствии с рецептурой (КСБ-80, КМБ-85, изолят горохового белка или пшеничный белок), смесь хорошо перемешивают до образования однородной массы. При необходимости добавляют воду до получения консистенции, необходимой для формирования клецек, тщательно перемешивают и оставляют на 30–40 минут. Из картофельного теста скатывают шарики диаметром не более 3 см. Высокобелковые клецки варят в подсоленной кипящей воде 6–8 мин, аккуратно перемешивая.

*Методы определения органолептических показателей высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек).* Органолептические показатели (внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция) лабораторных образцов высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) определяли визуально.

Фотографирование (макросъёмку) полученных лабораторных образцов высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) проводили при помощи фотоаппарата SONY NEX-5N (производитель Таиланд).

*Температурные режимы охлаждения-замораживания-размораживания высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек).* Лабораторные образцы высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) подвергались замораживанию в результате различной температурной обработки. Вариант №1: охлаждение готовых изделий до температуры образцов 4°C. Вариант №2: мягкая (медленная) заморозка до достижения температуры образцов -10°C. Вариант №3: шоковая (быстрая) заморозка до достижения температуры образцов -18°C.

Режимы заморозки были выбраны исходя из того факта, что в промышленных условиях режимы охлаждения от 4°C до -3°C при приготовлении замороженных мучных изделий не используются. Заморозка высокобелковых изделий проводилась с использованием аппарата шоковой заморозки Valmar AV06. Перед началом процесса температура в рабочей камере аппарата снижалась до -25°C, затем в камеру помещались изготовленные образцы. В образцы высокобелковых продуктов помещали контактный термометр, предназначенный для контроля температуры внутри образцов во время заморозки. Выставлялись различные режимы заморозки.

Размораживание замороженных высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) осуществляли в печи СВЧ: вариант №1: при мощности 200 W в течение 3 мин и последующим разогревом при мощности 450–700W (t~100°C) в течение 3–4 мин; вариант №2: при мощности 600W (t~100°C) в течение 4 мин без предварительной разморозки.

Разогрев высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) проводили также в духовом шкафу при 160–180°C в течение 5–10 мин.

Следует подчеркнуть, что во время разогрева высокобелковые изделия необходимо накрывать крышкой или тарелкой для предотвращения быстрого испарения влаги.

*Методы исследования физико-химических показателей высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек).* Исследование химического состава и пищевой ценности высокобелковых продуктов на основе картофельного сырья (драников и клецек) осуществляли следующими методами: массовую долю белка определяли титрометрическим методом Кельдаля по ГОСТ 13496.4; массовую долю жира определяли экстракционно-гравиметрическим методом с предварительным гидролизом навески по ГОСТ 5668; массовую долю общей золы – термогравиметрическим методом по ГОСТ 5901; массовую долю клетчатки – термогравиметрическим методом по МВИ. МН 3928 на установке для определения сырой клетчатки «Fibretherm» (компания «Gerhardt», Германия); количество углеводов определяли расчетным путём: из сухого остатка вычитали количество белка, жира, золы и клетчатки; массовую долю влаги находили высушиванием по ГОСТ 21094; содержание резистентного крахмала определяли ферментативно-фотометрическим методом по AOAC Method 2002.02 AACC Method 32-40 Rapid Resistant Starch Assay procedure Megazyme.

Анализ количественного состава белков, жиров и углеводов готовой продукции с различной температурной обработкой проведен в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

*Метод определения ГИ высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек).* ГИ устанавливали путем определения содержания сахара в пробах крови у 15 здоровых добровольцев.

Критерии включения добровольцев в исследования: подписанное и датированное информированное согласие; возраст

Новые технологии / New Technologies, 2025; 21 (2)

18–65 лет включительно; ИМТ  $\leq 30$  кг/м<sup>2</sup>, окружность талии  $\leq 94$  см для мужчин и  $\leq 80$  см для женщин; стабильная масса тела; глюкоза крови натощак  $\leq 5,6$  ммоль/л; артериальное давление  $\leq 130$  мм рт. ст. (систолическое) и/или  $\leq 85$  мм рт. ст. (диастолическое).

Критерии исключения: добровольцы с хроническими заболеваниями, связанными с обменом веществ (заболевания хронические печени, почек, поджелудочной железы, врожденные метаболические заболевания, аутоиммунные заболевания, воспалительные заболевания кишечника, целиакия); сахарный диабет 1 типа; неконтролируемый сахарный диабет 2 типа; злокачественные новообразования в анамнезе; неконтролируемые нарушения липидного обмена; испытуемый находится на какой-либо диете; использование каких-либо биологических пищевых добавок в течение 3 месяцев до включения в исследования; прием лекарственных средств, которые влияют на уровень глюкозы; невозможность выполнять рекомендации исследователя.

ГИ определяли в результате обработки данных в программе Microsoft Excel по графикам зависимости содержания глюкозы в капиллярной крови от времени, установленного после употребления стандартизированной порции продукта [21, 22]. В исследовании использовали порции продукта, содержащие 50 г углеводов.

Схема эксперимента представлена в таблице 1.

Для отбора крови использовали систему контроля уровня глюкозы в крови ACCU-CHECK® Active, предназначенную для количественного измерения уровня глюкозы (сахара) капиллярной крови [23]. Отбор крови осуществляли, используя стерильные одноразовые ланцеты, спиртовые салфетки. Экспресс-содержание глюкозы устанавливали при помощи одноразовых тест-полосок на приборе ACCU-CHECK® Active. Ошибка параллельных определений – 10%.

Методика определения ГИ регламентируется международным стандартом ISO

26642:2010. Согласно данному стандарту площадь под получившейся кривой называется IAUC – Incremental Area Under the (blood glucose response) Curve, что переводится как площадь под кривой (уровня сахара в крови). Так как изменение уровня сахара в крови в результате употребления одной и той же порции продукта каждым из добровольцев будет различным, для одного исследуемого продукта питания получено 4 значения IAUC [21, 22].

Аналогичным образом для каждого из добровольцев определяли IAUC эталонного продукта (50 г чистой глюкозы). ГИ вычислили по следующей формуле: ГИ = (IAUCпродукта / IAUCглюкозы) × 100. (2)

**Результаты.** Результаты исследований представлены в табл. 2–8 и на рис. 1–4. Так, в табл. 2 представлено моделирование рецептурного состава высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) в программе Matlab; в табл. 3 – рабочие рецептуры смеси для приготовления высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек); в табл. 4 – органолептические показатели высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек); в табл. 5 – физико-химические показатели высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек); в табл. 6 – содержание резистентного крахмала в высокобелковых картофельных пищевых продуктах (драников и клецек); а в табл. 7 – ГИ высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) при различной температурной обработке. На рис. 1 показаны фотографии лабораторных образцов высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек); на рис. 2–4 – изменение уровня глюкозы в крови добровольцев при потреблении высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек): на рис. 2 – драников с КСБ-80, на рис. 3 – драников с КСБ-80 и гороховым белком, на рис. 4 – клецек с пшеничным белком.

*Разработка компонентного состава высокобелковых изделий на основе карто-*

феля (драников и клецек) с использованием белков животного происхождения. На основании проведенного математического моделирования (табл. 2) предложены рабо-

чие рецептуры высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) с белком животного происхождения (табл. 3).



Картофельные драники  
с КСБ-80



Картофельные драники  
с концентратом молочного белка



Картофельные клецки  
с КСБ-80



Картофельные клецки  
с концентратом молочного белка

**Рис. 1.** Внешний вид лабораторных образцов высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и блинов)

**Fig. 1.** Appearance of laboratory samples of high-protein potato food products (pancakes and blini)

**Таблица 1.** Схема проведения эксперимента  
**Table 1.** Experiment scheme

День	Продукт	Измерение глюкозы через, мин
1	Глюкоза натощак	30, 60, 90, 120
2	Свежеприготовленные высокобелковые продукты	30, 60, 90, 120
3	Замороженные высокобелковые продукты до температуры $-10^{\circ}\text{C}$ и разогретые	30, 60, 90, 120
4	Замороженные высокобелковые продукты до температуры $-18^{\circ}\text{C}$ и разогретые	30, 60, 90, 120

**Таблица 2.** Моделирование рецептурного состава высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек)

**Table 2.** Modeling the recipe composition of high-protein potato food products (pancakes and dumplings)

Алгоритм	Результат
1. Моделирование рецептурного состава картофелепродуктов (драников и клецек) с белком животного происхождения	
1.1. Моделирование рецептурного состава высокобелковых картофельных драников	
1.1.1. Рецептурный состав высокобелковых драников с КСБ-80 + сырое яйцо	
$f=[77;400;157;350;357];$ $A=[-2 \ -80 \ -12.7 \ -12.7 \ -6.9];$ $b=[-20];$ $A_{eq}=[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1];$ $beq=[1];$ $lb=[0.6;0.1;0.05;0.03;0.1];$ $rb=[0.8;0.25;0.1;0.05;0.2];$ $[x,fval]=linprog(f,A,b,A_{eq},beq,lb,rb)$	$x_1=0.6065$ $x_2=0.2135$ $x_3=0.0500$ $x_4=0.0300$ $x_5=0.1000$ $fval=186.1546$
1.1.2. Рецептурный состав высокобелковых драников с КСБ-80 + меланж	
$f=[77;400;540;350;357];$ $A=[-2 \ -80 \ -45 \ -12.7 \ -6.9];$ $b=[-20];$ $A_{eq}=[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1];$ $beq=[1];$ $lb=[0.6;0.1;0.05;0.03;0.1];$ $rb=[0.8;0.25;0.1;0.05;0.2];$ $[x,fval]=linprog(f,A,b,A_{eq},beq,lb,rb)$	$x_1=0.6272$ $x_2=0.1928$ $x_3=0.0500$ $x_4=0.0300$ $x_5=0.1000$ $fval=198.6169$
1.1.3. Рецептурный состав высокобелковых драников с КМБ-85 + яйцо сырое	
$f=[77;400;157;350;357];$ $A=[-2 \ -85 \ -12.7 \ -12.7 \ -6.9];$ $b=[-20];$ $A_{eq}=[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1];$ $beq=[1];$ $lb=[0.6;0.1;0.05;0.03;0.1];$ $rb=[0.8;0.25;0.1;0.05;0.2];>>$ $[x,fval]=linprog(f,A,b,A_{eq},beq,lb,rb)$	$x_1=0.6193$ $x_2=0.2007$ $x_3=0.0500$ $x_4=0.0300$ $x_5=0.1000$ $fval=182.0001$
1.1.4. Рецептурный состав высокобелковых драников с КМБ-85 + меланж	
$f=[77;400;540;350;357];$ $A=[-2 \ -85 \ -45 \ -12.7 \ -6.9];$ $b=[-20];$ $A_{eq}=[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1];$ $beq=[1];$ $lb=[0.6;0.1;0.05;0.03;0.1];$ $rb=[0.8;0.25;0.1;0.05;0.2];$ $[x,fval]=linprog(f,A,b,A_{eq},beq,lb,rb)$	$x_1=0.6388$ $x_2=0.1812$ $x_3=0.0500$ $x_4=0.0300$ $x_5=0.1000$ $fval=194.8653$
1.2. Моделирование рецептурного состава высокобелковых картофельных клецек	
1.2.1. Рецептурный состав высокобелковых картофельных клецек с КСБ-80	
$f=[77;400;357];$ $A=[-2 \ -80 \ -6.9];$ $b=[-20];$ $A_{eq}=[1 \ 1 \ 1];$ $beq=[1];$	$x_1=0.6755$ $x_2=0.2245$ $x_3=0.1000$ $fval=177.5094$

$lb=[0.6;0.1;0.1];$ $rb=[0.8;0.25;0.2];$ $[x,fval]=\text{linprog}(f,A,b,Aeq,beq,lb,rb)$	
1.2.2. Рецептурный состав высокобелковых картофельных клецек с КМБ-85	
$f=[77;450;357];$ $A=[-2 -85 -6.9];$ $b=[-20];$ $Aeq=[1 1 1];$ $beq=[1];$ $lb=[0.6;0.1;0.1];$ $rb=[0.8;0.25;0.2];$ $[x,fval]=\text{linprog}(f,A,b,Aeq,beq,lb,rb)$	$x_1=0.6890$ $x_2=0.2110$ $x_3=0.1000$ $fval=183.68$
2. Моделирование рецептурного состава высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) с белком растительного происхождения	
2.1. Рецептурный состав высокобелковых драников с гороховым белком	
$f=[77;157;334;313;357];$ $A=[-2 -12.7 -10.8 -0.1 -85];$ $b=[-20];$ $Aeq=[1 1 1 1 1];$ $beq=[1];$ $lb=[0.6;0.02;0.05;0.03;0.1];$ $rb=[0.8;0.05;0.1;0.05;0.2];$ $[x,fval]=\text{linprog}(f,A,b,Aeq,beq,lb,rb)$	$x_1=0.6196$ $x_2=0.0508$ $x_3=0.0300$ $x_4=0.1008$ $x_5=0.2008$ $fval=170.4249$
2.2. Рецептурный состав высокобелковых клецек с пшеничным белком	
$f=[77;313;350];$ $A=[-2 -0.1 -76];$ $b=[-20];$ $Aeq=[1 1 1];$ $beq=[1];$ $lb=[0.5;0.05;0.1];$ $rb=[0.6;0.1;0.2];$ $[x,fval]=\text{linprog}(f,A,b,Aeq,beq,lb,rb)$	$x_1=0.6999$ $x_2=0.10000$ $x_3=0.2999$ $fval=190.1661$
3. Моделирование рецептурного состава высокобелковых картофелепродуктов (драников и клецек) с комбинацией белков растительного и животного происхождения	
3.1. Рецептурный состав высокобелковых драников с гороховым белком и КМБ-85	
$f=[77;157;334;313;400;357];$ $A=[-2 -12.7 -10.8 -0.1 -85 -85];$ $b=[-20];$ $Aeq=[1 1 1 1 1 1];$ $beq=[1];$ $lb=[0.6;0.05;0.05;0.03;0.05; 0.1];$ $rb=[0.7;0.05;0.1;0.05;0.1; 0.2];$ $[x,fval]=\text{linprog}(f,A,b,Aeq,beq,lb,rb)$	$x_1=0.6642$ $x_2=0.0500$ $x_3=0.0500$ $x_4=0.0300$ $x_5=0.0500$ $x_6=0.1558$ $fval=160.7060$
3.2. Рецептурный состав высокобелковых клецек с пшеничным белком и КСБ-80	
$f=[77;313;350; 400];$ $A=[-2 -0.1 -76 -80];$ $b=[-20];$ $Aeq=[1 1 1 1];$ $beq=[1];$ $lb=[0.5;0.1;0.15; 0.05];$ $rb=[0.6;0.1;0.2; 0.1];$ $[x,fval]=\text{linprog}(f,A,b,Aeq,beq,lb,rb)$	$x_1=0.6000$ $x_2=0.1000$ $x_3=0.2000$ $x_4=0.1000$ $fval=187.5000$

**Таблица 3.** Рабочие рецептуры высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек)

**Table 3.** Actual recipes for high-protein potato food products (pancakes and dumplings)

Наименование компонентов	Количество, %
<b>1. Рецепттурный состав высокобелковых картофельных драников с КСБ-80</b>	
Картофель свежий	62,0
КСБ-80	19,0
Яйцо сырое	–
Яичный порошок	5,0
Мука пшеничная	3,0
Картофельный крахмал	9,7
Лимонная кислота	0,1
Соль поваренная	1,0
Ксантановая камедь	0,2
ИТОГО	100
<b>2. Рецепттурный состав высокобелковых картофельных драников с КМБ-85</b>	
Картофель свежий	63,0
Концентрат молочного белка	18,0
Яичный порошок	5,0
Мука пшеничная	3,0
Картофельный крахмал	9,7
Лимонная кислота	0,1
Соль поваренная	1,0
Ксантановая камедь	0,2
ИТОГО	100
<b>3. Рецепттурный состав высокобелковых картофельных клецек с КСБ-80</b>	
Картофель свежий	67,0
КСБ-80	21,7
Картофельный крахмал	10,0
Лимонная кислота	0,1
Соль поваренная	1,0
Ксантановая камедь	0,2
ИТОГО	100
<b>4. Рецепттурный состав высокобелковых картофельных клецек КМБ-85</b>	
Картофель свежий	68,0
КМБ-85	21,0
Картофельный крахмал	9,7
Лимонная кислота	0,1
Соль поваренная	1,0
Ксантановая камедь	0,2
ИТОГО	100

*Органолептическая оценка высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек).* Оценка органолептических свойств картофельных драников и картофельных клецек свидетельствует (рис. 1 и табл. 4), что все полученные лабораторные образцы по внешнему виду

цвету, вкусу, запаху и консистенции соответствуют заявленным типам картофелепродуктов. По внешнему виду картофелепродукты (драники и клецки) были округлой или овальной формы. У высокобелковых драников цвет был светло-коричневый с золотистым оттенком, а у картофельных

клецек – белый с кремовым оттенком. Консистенция у всех полученных высокобелковых картофелепродуктов (драников и клецек) оказалась мягкая и плотная. Постороннего вкуса и запаха не ощущалось. Вкус картофелепродуктов – приятный, в меру соленый и характерный для заявленного вида картофелепродуктов.

Оценка физико-химических показателей высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек). В результате проведенного исследования влияния температурных режимов охлаждения и замораживания (4°C, -10°C, -18°C) на физико-химические характеристики (массовая доля (м.д.) белка, м.д. жира, м.д. клетчатки и м.д. углеводов) высокобелковых картофелепродуктов наблюдаются, соответственно, следующие колебания (табл.

5): 1) для картофельных драников с КСБ-80: 13,4–14,4%, 13,5–14,7%, 3,2–6,9%, 18,7–22,2%; 2) для картофельных драников с КСБ-85: 12,6–13,2%, 9,8–11,8%, 3,2–6,5%, 23,4–25,7%; 3) для картофельных клецек с КСБ-80: 14,7–15,2%, 0,7–0,9%, 2,3–3,1%, 20,4–22,1%; 4) для картофельных клецек с КСБ-85: 12,2–14,8%, 0,4–0,5%, 1,8–3,0%, 19,4–23,1%; 5) для картофельных драников с гороховым белком: 10,7–13,8%, 10,1–12,8%, 3,6–7,9%, 25,4–28,7%; 6) для картофельных клецек с пшеничным белком: 13,9–26,5%, 0,4–0,6%, 1,2–2,1%, 32,8–36,1%; 7) для картофельных драников с гороховым белком и КМБ-85: 12,4–15,1%, 13,1–16,7%, 4,7–5,4%, 17,9–20,5%; 8) для картофельных клецек с пшеничным белком и КСБ-80: 16,3–16,5%, 0,6–0,8%, 1,9–2,1%, 20,8–22,3%.

**Таблица 4.** Органолептические показатели высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек)

**Table 4.** Organoleptic characteristics of high-protein potato food products (potato pancakes and dumplings)

Наименование показателей	Характеристика
Внешний вид	Изделия круглой или овальной формы;
Цвет	Для драников: светло-коричневый с золотистым оттенком. Для клецек: белый с кремовым оттенком
Вкус и запах	Для драников: характерные для протертого жареного картофеля, приятные, без посторонних запаха и вкуса. Для клецек: характерные для данного вида изделий, приятные, вкус в меру соленый, без посторонних запаха и вкуса
Консистенция	Мягкая, плотная

**Таблица 5.** Физико-химические показатели высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек)

**Table 5.** Physicochemical parameters of high-protein potato food products (potato pancakes and dumplings)

Наименование показателей	Температурные режимы		
	4°C	-10°C	-18°C
1. Высокобелковые картофелепродукты (драники и клецки) с белком животного происхождения			
1.1. Высокобелковые картофельные драники с животным белком			
1.1.1. Высокобелковые картофельные драники с КСБ-80			
Массовая доля (М.д.) белка, %	13,4 ±2,8	13,7 ±3,4	14,4 ±2,2
М.д. жира, %	14,7 ±3,4	14,2 ±2,6	13,5 ±3,2

М.д. клетчатки, %	3,2 ±0,5	4,0 ±0,6	6,9 ±1,2
М.д. углеводов, %	18,7 ±3,4	20,7 ±5,1	22,2 ±4,0
1.1.2. Высокобелковые картофельные драники с КМБ-85			
М.д. белка, %	13,2 ±2,9	12,8 ±3,0	12,6 ±2,3
М.д. жира, %	11,8 ±2,0	10,7 ±2,0	9,8 ±2,5
М.д. клетчатки, %	3,2 ±0,6	4,1 ±1,0	6,5 ±1,0
М.д. углеводов, %	23,4 ±4,4	24,2 ±4,2	25,7 ±3,5
1.2. Высокобелковые картофельные клецки с животным белком			
1.2.1. Высокобелковые картофельные клецки с КСБ-80			
М.д. белка %	15,2 ±3,1	15,0 ±2,1	14,7 ±2,6
М.д. жира, %	0,7 ±0,2	0,9 ±0,2	0,9 ±0,1
М.д. клетчатки, %	2,3 ±0,5	2,5 ±0,4	3,1 ±0,7
М.д. углеводов, %	20,4 ±3,7	21,7 ±4,3	22,1 ±3,9
1.2.2. Высокобелковые картофельные клецки с КМБ-85			
М.д. белка, %	14,8 ±2,2	12,7 ±2,0	12,2 ±2,1
М.д. жира, %	0,5 ±0,1	0,5 ±0,1	0,4 ±0,1
М.д. клетчатки, %	1,8 ±0,4	2,3 ±0,3	3,0 ±0,6
М.д. углеводов, %	19,4 ±2,9	20,6 ±3,7	23,1 ±4,6
2. Высокобелковые картофелепродукты (драники и клецки) с белком растительного происхождения			
2.1. Высокобелковые картофельные драники с гороховым белком			
М.д. белка, %	13,8 ±2,4	10,7 ±2,6	12,2 ±2,4
М.д. жира, %	12,8 ±2,7	11,7 ±2,3	10,1 ±1,5
М.д. клетчатки, %	3,6 ±0,6	4,1 ±0,7	7,9 ±1,4
М.д. углеводов, %	25,4 ±3,8	28,7 ±5,1	26,1 ±5,7
2.2. Высокобелковые картофельные клецки с пшеничным белком			
М.д. белка, %	26,5 ±3,7	13,9 ±2,8	19,5 ±3,3
М.д. жира, %	0,6 ±0,1	0,6 ±0,1	0,4 ±0,1
М.д. клетчатки, %	1,5 ±0,2	1,2 ±0,2	2,1 ±0,4
М.д. углеводов, %	36,1 ±5,4	35,1 ±7,3	32,8 ±5,6
3. Высокобелковые картофелепродукты (драники и клецки) с комбинацией белков растительного и животного происхождения			
3.1. Высокобелковые картофельные драники с гороховым белком и КМБ-85			
М.д. белка, %	14,5 ±2,8	15,1 ±2,7	12,4 ±2,3
М.д. жира, %	16,7 ±3,4	14,2 ±2,8	13,1 ±3,1
М.д. клетчатки, %	4,7 ±0,7	4,9 ±1,1	5,4 ±1,0
М.д. углеводов, %	18,5 ±3,7	17,9 ±3,2	20,5 ±4,3
3.2. Высокобелковые картофельные клецки с пшеничным белком и КСБ-80			
М.д. белка, %	16,3 ±3,6	16,5 ±3,0	16,3 ±2,4
М.д. жира, %	0,6 ±0,2	0,7 ±0,1	0,8 ±0,2
М.д. клетчатки, %	2,1 ±0,3	1,9 ±0,2	2,1 ±0,4
М.д. углеводов, %	20,8 ±3,1	21,3 ±4,3	22,3 ±4,5

Оценка уровня белка в полученных лабораторных образцах картофелепродуктов (драниках и клецках), показала, что все лабораторные образцы отвечают необходимым критериям ГОСТ 34006, и могут позиционироваться как продукты с высоким содержанием белка, т.е. белок в их составе обеспечивает не менее 20% калорийности пищевой продукции и рекомендуется как продукция пищевая специализированная для питания спортсменов.

Исследования влияния разработанных высокобелковых картофельных пищевых продуктов, подвергшихся различной температурной обработке, на постпрандиальный гликемический ответ у здоровых взрослых добровольцев. Проведенные исследования показали, что потребление

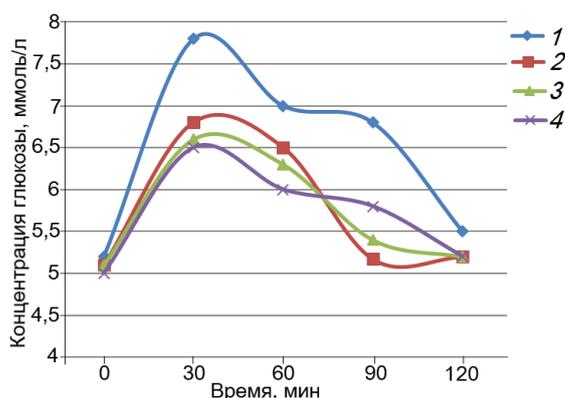
замороженных высокобелковых изделий на основе картофеля (драников и клецек) приводит к более низкому глюкозному ответу по сравнению со свежеприготовленными продуктами (рис. 2-4).

Как видно из данных, представленных на рисунках 2-4, пиковое повышение уровня глюкозы в крови испытуемых при потреблении высокобелковых драников и клецек, замороженных до температуры  $-10^{\circ}\text{C}$ , было меньше на 3,0-8,3%; до температуры  $-18^{\circ}\text{C}$  меньше на 4,6-12,1%, чем после потребления свежеприготовленных картофелепродуктов.

На основании полученных данных произведен расчет ГИ высокобелковых продуктов на основе картофеля, представленный в таблице 7.

**Таблица 6.** Содержание резистентного крахмала в лабораторных образцах высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек)  
**Table 6.** Resistant starch content in laboratory samples of high-protein potato food products (potato pancakes and dumplings)

Наименование изделий	Количество резистентного крахмала, г/100г		
	температурные режимы		
	$4^{\circ}\text{C}$	$-10^{\circ}\text{C}$	$-18^{\circ}\text{C}$
Картофельные драники с гороховым белком	1,2	1,3	1,9
Картофельные драники с гороховым белком и КМБ-85	1,7	1,9	2,5
Картофельные клецки с пшеничным белком	1,4	1,9	2,3
Картофельные клецки с пшеничным белком и КСБ-80	1,5	1,7	2,0



1 – глюкоза; 2 – свежеприготовленные и охлажденные драники с КСБ-80; 3 – высокобелковые драники с КСБ-80 замороженные до  $-10^{\circ}\text{C}$ ; 4 – высокобелковые драники с КСБ-80 замороженные до  $-18^{\circ}\text{C}$

**Рис. 2.** Изменение уровня глюкозы в крови добровольцев при потреблении высокобелковых драников с КСБ-80

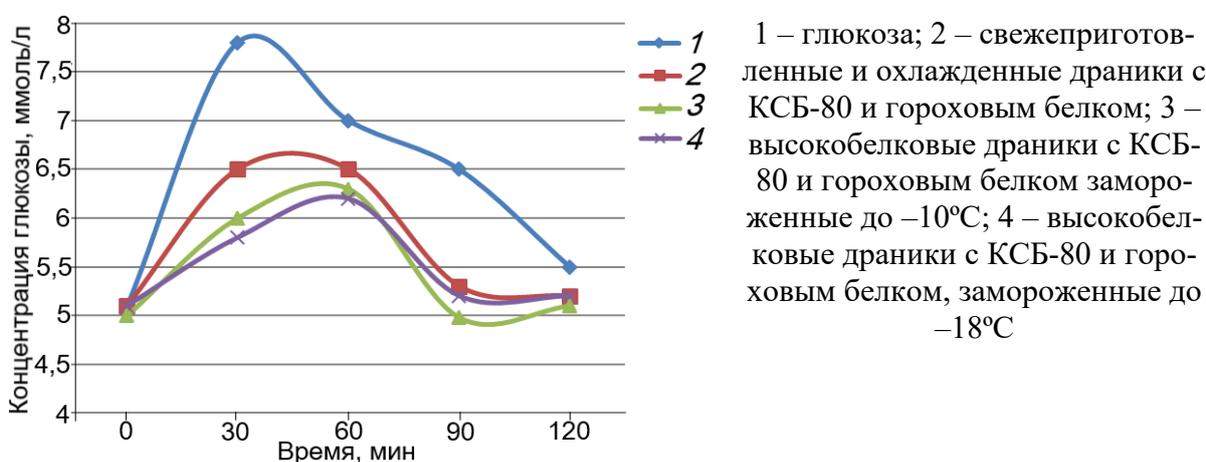
**Fig. 2.** Changes in blood glucose levels in volunteers consuming high-protein potato pancakes with KSB-80

При создании высокобелковых продуктов в качестве основного пищевого сырья был выбран картофель из-за его особенного химического состава (табл. 8).

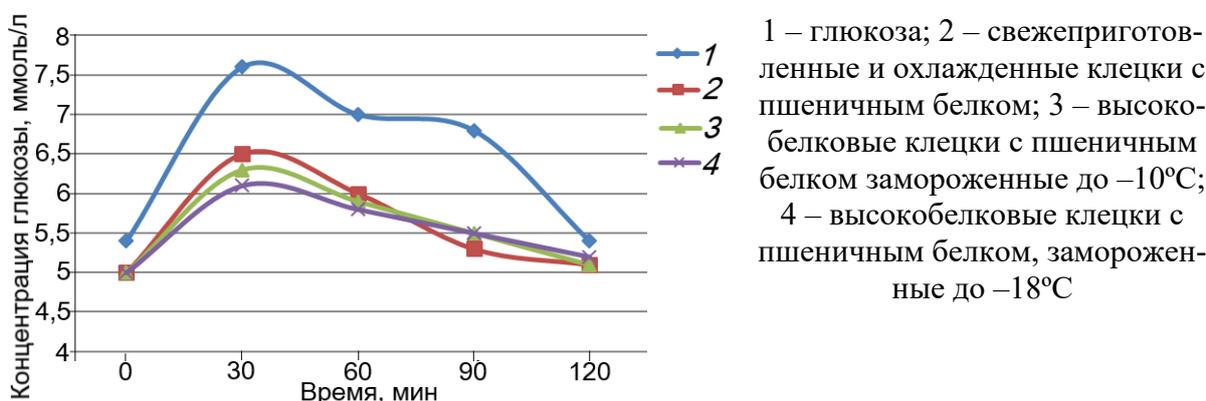
Таким образом, установлено, что заморозка изделий до  $-18^{\circ}\text{C}$  способствует снижению ГИ высокобелковых изделий на основе картофеля в среднем на 28,6% (с 76 до 54).

Картофель – четвертая по значимости продовольственная культура в мире после риса, пшеницы и кукурузы. Картофель – эффективная пищевая культура, производящая больше сухого вещества, белка и минералов на единицу площади по сравнению с зерновыми [18, 24–26].

Туберин – основной белок картофеля – является глобулином (55–77% всех белков); на долю глутаминов приходится 20–40%. По биологической ценности белки картофеля превосходят белки многих зерновых культур и мало уступают белкам мяса и яйца. В картофельном белке и в составе свободных аминокислот картофеля содержатся все аминокислоты, встречающиеся в растениях, в том числе в удачном соотношении незаменимые: *Lis, Met, Thr, Trp, Val, Phe, Leu, Ile* [25]. Картофель не содержит глютен, что делает его пригодным для людей с непереносимостью глютена [27].



**Рис. 3.** Изменение уровня глюкозы в крови добровольцев при потреблении высокобелковых драников с КСБ-80 и гороховым белком  
**Fig. 3.** Changes in blood glucose levels in volunteers after consuming high-protein potato pancakes with KSB-80 and pea protein



**Рис. 4.** Изменение уровня глюкозы в крови добровольцев при потреблении высокобелковых клецек с пшеничным белком  
**Fig. 4.** Changes in blood glucose levels in volunteers after consumption of high-protein dumplings with wheat protein

**Таблица 7.** ГИ высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) при различной температурной обработке  
**Table 7.** GI of high-protein potato food products (pancakes and dumplings) at different temperature treatments

Наименование образца	Площадь под кривой изменения сахара в крови после употребления пищевого продукта (IAUC)	ГИ
<b>1. Высокобелковые драники с КСБ-80</b>		
Контроль (глюкоза)	159	100
Свежеприготовленные высокобелковые драники с КСБ-80	120	76
Замороженные высокобелковые драники с КСБ-80 до температуры $-10^{\circ}\text{C}$	103	65
Замороженные высокобелковые драники с КСБ-80 до температуры $-18^{\circ}\text{C}$	89	56
<b>2. Высокобелковые драники с КСБ-80 и гороховым белком</b>		
Контроль (глюкоза)	170	100
Свежеприготовленные высокобелковые драники с КСБ-80 и гороховым белком	120	71
Замороженные высокобелковые драники с КСБ-80 и гороховым белком до температуры $-10^{\circ}\text{C}$	112	66
Замороженные высокобелковые драники с КСБ-80 и гороховым белком до температуры $-18^{\circ}\text{C}$	95	56
<b>3. Высокобелковые клецки с пшеничным белком</b>		
Контроль (глюкоза)	135	100
Свежеприготовленные высокобелковые клецки с пшеничным белком	87	64
Замороженные высокобелковые клецки с пшеничным белком до температуры $-10^{\circ}\text{C}$	78	58
Замороженные высокобелковые клецки с пшеничным белком до температуры $-18^{\circ}\text{C}$	73	54

**Таблица 8.** Химический состав и калорийность 100 г картофеля  
**Table 8.** Chemical composition and caloric content of 100 g of potatoes

Наименование показателя	Значение	Наименование показателя	Значение
Белки, г	2	-фтор (F), мкг	30
Жиры, г	0,4	-хром (Cr), мкг	10
Углеводы, г	16,3	-цинк (Zn), мг	0,36
Углеводы (общие), г	17,7	-цирконий (Zr), мкг	3,03
Органические кислоты, г	0,2	Усвояемые углеводы:	
Пищевые волокна, г	1,4	-крахмал декстрины, г	15
Вода (H <sub>2</sub> O), г	78,6	-моно- и дисахариды (сахара), г	1,3
Зола, г	1,1	-глюкоза (декстроза), г	0,6
Витамины:		-сахароза, г	0,6
-витамин А, мкг	3	-фруктоза, г	0,1

-β-каротин, мг	0,02	Незаменимые аминокислоты, г:	0,72
-витамин В <sub>1</sub> (тиамин), мг	0,12	-аргинин, г	0,1
-витамин В <sub>2</sub> (рибофлавин), мг	0,07	-валин, г	0,122
-витамин В <sub>4</sub> (холин), мг	11	-гистидин, г	0,03
-витамин В <sub>5</sub> (пантотеновая кислота), мг	0,3	-изолейцин, г	0,086
-витамин В <sub>6</sub> (пиридоксин), мг	0,3	-лейцин, г	0,128
-витамин В <sub>9</sub> (фолаты), мкг	8	-лизин, г	0,135
-витамин С (аскорбиновая кислота), мг	20	-метионин, г	0,026
-витамин Е (α-токоферол), мг	0,1	-метионин + цистеин, г	0,05
-витамин Н (биотин), мкг	0,1	-треонин, г	0,097
-витамин К (филлохинон), мкг	1,9	-триптофан, г	0,028
-витамин РР, мг	1,8	-фенилаланин, г	0,098
-ниацин, мг	1,3	-фенилаланин + тирозин, г	0,19
Макроэлементы:		Заменимые аминокислоты, г:	1,172
-калий (К), мг	568	-аланин, г	0,097
-кальций (Са), мг	10	-аспарагиновая кислота, г	0,25
-кремний (Si), мг	50	-глицин, г	0,1
-магний (Mg), мг	23	-глутаминовая кислота, г	0,262
-натрий (Na), мг	5	-пролин, г	0,092
-сера (S), мг	32	-серин, г	0,128
-фосфор (P), мг	58	-тирозин, г	0,09
-хлор (Cl), мг	58	-цистеин, г	0,023
Микроэлементы:		Насыщенные жирные кислоты, г:	0,088
-алюминий (Al), мкг	860	-14:0 миристиновая кислота, г	0,002
-бор (В), мкг	115	-16:0 пальмитиновая кислота, г	0,071
-ванадий (V), мкг	149	-18:0 стеариновая кислота, г	0,015
-железо (Fe), мг	0,9	Мононенасыщенные жирные кислоты, г:	0,166
-йод (I), мкг	5	-16:1 пальмитолеиновая кислота, г	0,005
-кобальт (Co), мкг	5	-18:1 олеиновая кислота, г	0,16
-литий (Li), мкг	77	Полиненасыщенные жирные кислоты, г:	0,082
-марганец (Mn), мг	0,17		
-медь (Cu), мкг	140	-18:2 линолевая кислота, г	0,08
-молибден (Mo), мкг	8	-18:3 линоленовая кислота, г	0,082
-никель (Ni), мкг	5	Жирные кислоты:	
-рубидий (Rb), мкг	500	-омега-3 жирные кислоты, г	0,093
-селен (Se), мкг	0,268	-омега-6 жирные кислоты, г	0,08
-стронций (Sr), мкг	9,28	Калорийность, кКал	77

Картофель богат витаминами и минералами, а также такими соединениями, как флавоноиды, каротиноиды и фенольные кислоты [24, 26], которые действуют как антиоксиданты [28, 29].

Химический состав и пищевая ценность картофеля во многом зависят от возраста клубней. Молодой картофель богат влагой и витаминами, но в нём относительно мало крахмала. В созревших клубнях содержится крахмал, витамины, микроэлементы. Наличие и концентрация полезных веществ в картофеле зависит также от типа почв и видов удобрений, используемых при его выращивании [24, 26].

Картофель не только питательный продукт, но и невероятно сытный. Сытные продукты помогают регулировать вес и похудеть, поскольку они уменьшают голод. Результаты исследований показывают, что определенный картофельный белок, известный как ингибитор картофельной протеиназы 2, может сдерживать аппетит. Этот белок, по-видимому, увеличивает высвобождение холецистокинина, гормона, который способствует ощущению сытости [27].

Важным ингредиентом картофеля является крахмал [18]. В общем виде свежий картофель содержит ~20% сухого вещества, из которого 60–80% – крахмал, причем 70–80% этого крахмала – разветвленная фракция амилопектин. Эта изменчивость является главным образом результатом генотипа и среды выращивания.

Изменения уровня м.д. углеводов и, как следствия этого колебания ГИ, напрямую связаны с количеством резистентного крахмала (РК) или крахмала, устойчивого к действию амилалитических ферментов, которые бывают 5 видов [30–33]: физически захваченный крахмал (РК<sub>1</sub>), сырые крахмальные гранулы (РК<sub>2</sub>), ретроградный крахмал (РК<sub>3</sub>), химически модифицированный крахмал (РК<sub>4</sub>) и амилоз-липидный комплекс (РК<sub>5</sub>). В сыром картофеле, как правило содержится РК<sub>2</sub> и РК<sub>5</sub>. При термической обработке картофеля (варке, жарке, охлаждении, замораживании, разогрева-

нии) уровень РК<sub>2</sub> и РК<sub>5</sub> резко снижается при одновременном увеличении РК<sub>1</sub> и РК<sub>3</sub>.

Необходимо отметить также, что РК, благодаря особенностям своего метаболизма (рис. 5), оказывает положительное влияние на здоровья человека [27, 30–32].



**Рис. 5.** Схема метаболизма устойчивого (резистентного) крахмала

**Fig. 5.** Scheme of metabolism of resistant starch

РК – способность противостоять ферментативному гидролизу в желудочно-кишечном тракте человека. Определенный процент крахмала (РК) проходит через желудок и тонкий кишечник человека без изменений, далее он претерпевает расщепление в толстом кишечнике под действием микроорганизмов рода *Ruminococcus* до короткоцепочечных жирных кислот, которые питают клетки, выстилающие его стенки. Таким образом, чем выше степень РК, тем меньше глюкозы образуется при его гидролизе и поступает в кровь. Поэтому РК является важным ингредиентом продуктов питания лечебного и профилактического назначения.

Попадая в организм человека, РК выполняет общеукрепляющие и профилактические функции. РК способствует контролю диабета – уменьшает гликемический индекс продукта и тем самым уровень глюкозы в крови, снижает риск развития рака кишечника, улучшает функционирование пищеварительного тракта, уменьшает общий уровень холестерина в крови – увеличивает долю высокоплотного холестерина, который не закупоривает сосуды, питает микробную флору – приводит к увеличению количества лактобацилл и бифидобактерий, что повышает иммунитет.

ГИ картофеля существенно различается в зависимости от способа его приготовления

ния и температуры при подаче, а также степени измельчения. Так, ГИ отварного картофеля из холодильника – 50; горячего картофеля – 89; запеченного – 73-85; жареного – 60-75; пюре – 85–95 [27].

Изменения физико-химических показателей (м.д. белка, жира, углеводов и клетчатки), появления резистентного крахмала, а также колебания ГИ напрямую связаны с процессом денатурации белка и реакции меланоидинообразования [33–38].

Реакционная способность сахаров, участвующих в меланоидинообразовании (МО), снижается в следующей последовательности: рибоза → ксилоза → арабиноза → галактоза → глюкоза → мальтоза → фруктоза [18, 35]. Чем короче углеродная цепь моносахарида, тем легче он реагирует с аминокислотами. Если реакционную способность редуцирующих дисахаридов принять за единицу, то при прочих равных условиях гексозы имеют активность 2,5, а пентозы – 3,5 единицы. На активность сахаров влияет их стереохимическая конфигурация. Среди пентоз очень реакционноспособны ксилоза и рибоза, а среди гексоз самая высокая активность у галактозы.

Из аминокислот легко вступают в реакцию меланоидинообразования (РМО) основные аминокислоты, в первую очередь, лизин. Активность аминокислот в РМО уменьшается в следующей последовательности: *Lys* → *Gly* → *Met* → *Ala* → *Val* → *Gln* → *Phe* → *Cys* → *Tyr* [18, 35].

В пищевых продуктах под влиянием РМО наиболее существенно снижается (по сравнению с исходным сырьем) содержание диаминокарбоновых кислот [18, 35]. При МО связывается до 25% белков, витаминов, снижается активность ферментов и многих биологически активных соединений, определяющих пищевую ценность получаемых продуктов.

Стандартный меланоидин (М) содержит гидроксильные, карбонильные и карбоксильные группировки, кратные и эфирные связи, а молекулярная масса колеблется

между 2 и 30 тыс. [18, 35]. Многие исследователи, изучавшие РМО на различных примерах, выделили производные фурана, пиррола, пиридина, пиразина, карболина и других гетероциклических соединений.

М способны окисляться и восстанавливаться, причем первая реакция идет быстрее второй [18, 35]. В щелочных растворах М более устойчивы, чем в кислых. При термической обработке идет дальнейшая поликонденсация, а выше 400°C образуются так называемые пиромеланоидиды. М не расщепляются пищеварительными ферментами, и, следовательно, они не усваиваются. Однако они могут образовывать комплексы с белками-ферментами, влияя тем самым на их каталитическую активность.

В структуре М есть не спаренные электроны, они обладают свойствами стабильных свободных радикалов [18, 35]. Благодаря этому М выполняют защитные функции в организме. М поглощают различные излучения, нейтрализуют и обезвреживают опасные для клеток вещества, образующиеся при действии ионизирующего излучения, и некоторые химические вещества. М могут существовать в нескольких окислительно-восстановительных состояниях.

**Заключение.** В результате проведенного исследования была полностью достигнута поставленная цель:

1. На основе математического моделирования созданы сбалансированные рецептурные составы и разработаны рецептуры высокобелковых картофельных пищевых продуктов (драников и клецек) с использованием белков животного происхождения КСБ-80, КМБ-85; пшеничного белка и изолята горохового белка 80%, которые отличались от ранее известных сбалансированным химическим составом (оптимальной массовой долей белка (не менее 20% калорийности), жира, углеводов и клетчатки), пониженным ГИ и хорошими органолептическими свойствами.

2. Анализ доступных литературных данных свидетельствует о том, что измене-

ния физико-химических показателей (мас-совых долей белка, жира, углеводов и клетчатки), появления резистентного крахмала, а также колебания ГИ связаны с процессом денатурации белка и реакцией меланоидинообразования.

3. Важность белкового компонента пищи связана с тем, что белок является пластическим материалом, участвующим во всех без исключения обменных процессах организма, синтезе клеток, тканевых структур, биологически активных соединений (гормонов, ферментов, нейромедиаторов, регуляторных пептидов, витаминов и др.), удовлетворении энергетических по-

требностей деятельности всех органов и систем. Многообразие функций, реализуемых белковыми молекулами, определяет их особую значимость в профилактике различных заболеваний, повышении умственной и физической работоспособности, продлении активной и здоровой жизни. Разработанные рецептурные составы высокобелковых картофелепродуктов (драников и клецек) могут быть рекомендованы в качестве полезных продуктов для профилактического и лечебного питания, а также в качестве специализированной пищевой продукции для питания спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни.

### **КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### **CONFLICT OF INTERESTS**

The authors declare no conflict of interests

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бычкова Т.С., Артемова Е.Н. Физиология питания: учебное пособие для высшего профессионального образования. Орел: Госуниверситет-УНПК, 2013. 163 с.
2. Дзарасова М.А., Неёлова О.В. Белки и их структурные компоненты, их биологическая роль и применение в медицине // *Современные наукоемкие технологии*. 2014. Т. 7, № 2. С. 85.
3. Sudhakararao G., Kiran G. Physiological Role of Proteins and their Functions in Human Body // *International Journal of Pharma Research and Health Sciences*. 2019. Vol. 7, No. 1. P. 2874-2878. <https://doi.org/10.21276/ijprhs.2019.01.02>.
4. Шендеров, Б.А. Функциональное питание и его роль в профилактике метаболического синдрома. М.: ДеЛи принт, 2008. 319 с.
5. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange / D.J. Jenkins [et al.] // *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1981. Vol. 34, No. 3. P. 362-366. <https://doi.org/10.1093/ajcn/34.3.362>.
6. Hattie H.H. Wright The glycaemic index and sports nutrition // *South African Journal of Clinical Nutrition*. 2005. Vol. 18, No. 3. P. 222-228. <https://doi.org/10.1080/16070658.2005.11734071>.
7. Балаболкин М.И., Клебанова Е.М., Креминская В.М. Дифференциальная диагностика и лечение эндокринных заболеваний. М.: Медицина, 2002. 75 с.
8. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men / J. Salmeron [et al.] // *Diabetes Care*. 1997. Vol. 20, No. 4. P 545-550. <https://doi.org/10.2337/diacare.20.4.545>.
9. Englist H.N., S.N. Kingman, J.H. Cummings Classification and measurement of nutritional important starch fractions // *European Journal of Clinical Nutrition*. 1992. Vol. 46, No. 2. P. S33-46.
10. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products / I. Goni, L. [et al.] // *Food Chemistry*. 1996. Vol. 56, No. 4. P. 445-449. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)00222-7](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)00222-7).

11. Burton P., Lightowler N. The impact of freezing and toasting on the glycaemic response of white bread // *European Journal of Clinical Nutrition*. 2008. Vol. 62. P. 594-599. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602746>.
12. Fuentes-Zaragoza E., Sanchez-Zapata E., Sendra E. Resistant starch as prebiotic: A review // *Starch-Stärke*. 2011. Vol. 63. P. 406-415. <https://doi.org/10.1002/STAR.201000099>.
13. Son Trinh K., Jun Choi S. Structure and digestibility of debranched and hydrothermally treated water yam starch // *Starch-Stärke*. 2013. Vol. 65, No. 7/8. P. 679-685. <https://doi.org/10.1002/star.201200149>.
14. Lee Kw.Y., Lee S., Lee H.G. Influence of storage temperature and autoclaving cycles on slowly and resistant (RS) formation from partially debranched rice starch // *Starch-Stärke*. 2013. Vol. 65, No. 7/8. P. 694-701. <https://doi.org/10.1002/star.201200186>.
15. Resistant Starch: Promise for Improving Human Health / D.F. Birt [et al.] // *Advances in Nutrition*. 2013. Vol. 4, No. 6. P. 587-601. <https://doi.org/10.3945/an.113.004325>.
16. Sonia S., Ridwan R., Witjaksono F. Effect of cooling of cooked white rice on resistant starch content and glycemic response // *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 2015. Vol. 24, No. 4. P. 620-625. <https://doi.org/10.6133/apjcn.2015.24.4.13>.
17. Potatoes and risk of obesity, type 2 diabetes, and cardiovascular disease in apparently healthy adults: a systematic review of clinical intervention and observational studies / D. Borch [et al.] // *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2018. Vol. 104. P. 489-498. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.132332>.
18. Литвяк В.В. Картофель и технологии его глубокой переработки / В.В. Литвяк [и др.]. М: ФЛИНТА, 2021. 430 с.
19. Дьяконов В.П. MATLAB 7.\*/R2006/2007. Самоучитель. М.: ДМК-Пресс, 2008. 768 с.
20. Дьяконов В.П. MATLAB R2006/2007/2008 + Simulink 5/6/7. Основы применения. – 2-е изд., переработанное и дополненное (библиотека профессионала). М.: СОЛОН-Пресс, 2008. 800 с.
21. A glycaemic index compendium of non-western foods / J.H. Christiani [et al.] // *Nutrition & Diabetes*. 2021. Vol. 11, No. 2. P. 1021-1023. <https://doi.org/10.1038/s41387-020-00145-w>.
22. American Diabetes Association Glycemic Targets: Standards of Medical Care in Diabetes – 2021 // *Diabetes Care*. 2021. Vol. 44, No. 1. P. S73-S84. <https://doi.org/10.2337/dc21-S006>.
23. Accu-Chek® Active. Internet information [Электронный ресурс]. 2024. Режим доступа: <https://www.accu-checkac.com/en/meter-systems/active>.
24. Camire M., Kubow S. Potatoes and human health / M. Camire, // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2009. Vol. 49, No. 10. P. 820-840. <https://doi.org/10.1080/10408390903041996>.
25. Vicente, A.R. Nutritional Quality of Fruits and Vegetable Postharvest Handling: A Systems Approach / A.R. Vicente [et al.]. 2009. P. 57-106. <https://doi.org/10.13140/2.1.3302.4960>.
26. Beneficial phytochemicals in potato – a review / R. Ezekiel [et al.], // *Food Research International*. 2013. Vol. 50, No. 2. P. 487-496. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2011.04.025>.
27. Protein trypsin inhibitor from potato tubers / T.A. Revina [et al.] // *Biochemistry (Mosc)*. 2010. Vol. 75, No. 1. P. 36-40. <https://doi.org/10.1134/s0006297910010050>.
28. Beneficial effects of antioxidants in diabetes: possible protection of pancreatic beta-cells against glucose toxicity / H. Kanet [et al.] // *Diabetes*. 1999. Vol. 48, No. 12. P. 2398-2406. <https://doi.org/10.2337/diabetes.48.12.2398>.
29. Bury K., Śmietański M. Five-year results of a randomized clinical trial comparing a polypropylene mesh with a poliglecaprone and polypropylene composite mesh for inguinal

hernioplasty Hernia // Randomized Controlled Trial. 2012. Vol. 16, No. 5. P. 549-555. <https://doi.org/10.1007/s10029-012-0916-3>.

30. Janine A.H. Resistant starch: metabolic effects and potential health benefits // Journal of AOAC INTERNATIONAL. 2004. Vol. 87, No. 3. P. 761-768. <https://doi.org/10.1093/jaoac/87.3.761>.

31. Fuchs-Tarlovsky V. Role of antioxidants in cancer therapy / V. Fuchs-Tarlovsky // Nutrition. 2013. Vol. 29, No. 1. P. 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2012.02.014>.

32. Resistant starch analysis of commonly consumed potatoes: Content varies by cooking method and service temperature but not by variety / S.K. Raatz [et al.] // Food chemistry. 2016. Vol. 208. P. 297-300. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.120>.

33. Hodge J.E. Dehydrated Foods, Chemistry of Browning Reactions in Model Systems // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1953. Vol. 15, No. 1. P. 928-943. <https://doi.org/10.1021/jf60015a004>.

34. Ellis O.P. The maillard Reaction // Advances in Garbonhydrate Ghemistry, New York, Acad Press Inc. 1959. Vol. 14. P. 63-134.

35. Влияние термообработки на органолептические показатели сухого обезжиренного молока / И.М. Почичкая [и др.] // Известия Высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 5/6. С. 48-53. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2018.5-6.12>.

36. Моделирование взаимодействия редуцирующих сахаров с аминокислотами методом теории функционала плотности / И.М. Почичка [и др.] // Проблемы развития АПК региона. 2019. Т. 37, № 1. С. 243-251.

37. Litvyak V., Sysa A. A., Batyan V. Kravchenko Features of the formation of taste sensations // Ukrainian Food Journal. 2019. Vol. 8, No. 3. P. 597-619. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2019-8-3-15>.

38. Атлас: иерархическая структура белковых веществ / В.В. Литвяк [и др.]. М.: ФЛИНТА, 2023. 297 с. ISBN 978-5-9765-5238-8.

## REFERENCES

1. Bychkova T.S., Artemova E.N. Physiology of nutrition: a textbook for higher professional education. Orel: State University - UNPK, 2013. 163 p. [In Russ.]

2. Dzarasova M.A., Neyolova O.V. Proteins and their structural components, their biological role and application in medicine // Modern science-intensive technologies. 2014. Vol. 7, No. 2. P. 85. [In Russ.]

3. Sudhakararao G., Kiran G. Physiological Role of Proteins and their Functions in Human Body // International Journal of Pharma Research and Health Sciences. 2019. Vol. 7, No. 1. P. 2874-2878. <https://doi.org/10.21276/ijprhs.2019.01.02>.

4. Shenderov B.A. Functional nutrition and its role in the prevention of metabolic syndrome. Moscow: DeLi print, 2008. 319 p. [In Russ]

5. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange / D.J. Jenkins [et al.] // The American Journal of Clinical Nutrition. 1981. Vol. 34, No. 3. P. 362-366. <https://doi.org/10.1093/ajcn/34.3.362>.

6. Hattie H.H. Wright The glycaemic index and sports nutrition // South African Journal of Clinical Nutrition. 2005. Vol. 18, No. 3. P. 222-228. <https://doi.org/10.1080/16070658.2005.11734071>.

7. Balabolkin M.I., Klebanova E.M., Kreminskaya V.M. Differential diagnostics and treatment of endocrine diseases. Moscow: Medicine, 2002. 75 p. [In Russ.]

8. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men / J. Salmeron [et al.] // Diabetes Care. 1997. Vol. 20, No. 4. P 545-550. <https://doi.org/10.2337/diacare.20.4.545>.

9. Englist H.N., S.N. Kingman, J.H. Cummings Classification and measurement of nutritional important starch fractions // *European Journal of Clinical Nutrition*. 1992. Vol. 46, No. 2. P. S33-46.
10. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products / I. Goni, L. [et al.] // *Food Chemistry*. 1996. Vol. 56, No. 4. P. 445-449. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)00222-7](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)00222-7).
11. Burton P., Lightowler N. The impact of freezing and toasting on the glycaemic response of white bread // *European Journal of Clinical Nutrition*. 2008. Vol. 62. P. 594-599. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602746>.
12. Fuentes-Zaragoza E., Sanchez-Zapata E., Sendra E. Resistant starch as prebiotic: A review // *Starch-Stärke*. 2011. Vol. 63. P. 406-415. <https://doi.org/10.1002/STAR.201000099>.
13. Son Trinh K., Jun Choi S. Structure and digestibility of debranched and hydrothermally treated water yam starch // *Starch-Stärke*. 2013. Vol. 65, No. 7/8. P. 679-685. <https://doi.org/10.1002/star.201200149>.
14. Lee Kw.Y., Lee S., Lee H.G. Influence of storage temperature and autoclaving cycles on slowly and resistant (RS) formation from partially debranched rice starch // *Starch-Stärke*. 2013. Vol. 65, No. 7/8. P. 694-701. <https://doi.org/10.1002/star.201200186>.
15. Resistant Starch: Promise for Improving Human Health / D.F. Birt [et al.] // *Advances in Nutrition*. 2013. Vol. 4, No. 6. P. 587-601. <https://doi.org/10.3945/an.113.004325>.
16. Sonia S., Ridwan R., Witjaksono F. Effect of cooling of cooked white rice on resistant starch content and glycemic response // *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 2015. Vol. 24, No. 4. P. 620-625. <https://doi.org/10.6133/apjcn.2015.24.4.13>.
17. Potatoes and risk of obesity, type 2 diabetes, and cardiovascular disease in apparently healthy adults: a systematic review of clinical intervention and observational studies / D. Borch [et al.] // *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2018. Vol. 104. P. 489-498. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.132332>.
18. Litvyak V.V. Potatoes and technologies of their deep processing / V.V. Litvyak [et al.]. M: FLINTA, 2021. 430 p. [In Russ.]
19. Dyakonov V.P. MATLAB 7.\*/R2006/2007. Self-teaching guide. M.: DMK-Press, 2008. 768 p. [In Russ.]
20. Dyakonov V.P. MATLAB R2006/2007/2008 + Simulink 5/6/7. Basics of Application. – 2nd edition, revised and supplemented (professional library). Moscow: SOLON-Press, 2008. 800 p. [In Russ.]
21. A glycaemic index compendium of non-western foods / J.H. Christiani [et al.] // *Nutrition & Diabetes*. 2021. Vol. 11, No. 2. P. 1021-1023. <https://doi.org/10.1038/s41387-020-00145-w>.
22. American Diabetes Association Glycemic Targets: Standards of Medical Care in Diabetes – 2021 // *Diabetes Care*. 2021. Vol. 44, No. 1. P. S73-S84. <https://doi.org/10.2337/dc21-S006>.
23. Accu-Chek® Active. Internet information [Электронный ресурс]. 2024. Режим доступа: <https://www.accu-checkac.com/en/meter-systems/active>.
24. Camire M., Kubow S. Potatoes and human health / M. Camire, // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2009. Vol. 49, No. 10. P. 820-840. <https://doi.org/10.1080/10408390903041996>.
25. Vicente, A.R. Nutritional Quality of Fruits and Vegetable Postharvest Handling: A Systems Approach / A.R. Vicente [et al.]. 2009. P. 57-106. <https://doi.org/10.13140/2.1.3302.4960>.
26. Beneficial phytochemicals in potato – a review / R. Ezekiel [et al.], // *Food Research International*. 2013. Vol. 50, No. 2. P. 487-496. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2011.04.025>.
27. Protein trypsin inhibitor from potato tubers / T.A. Revina [et al.] // *Biochemistry (Mosc)*. 2010. Vol. 75, No. 1. P. 36-40. <https://doi.org/10.1134/s0006297910010050>.

28. Beneficial effects of antioxidants in diabetes: possible protection of pancreatic beta-cells against glucose toxicity / H. Kanet [et al.] // *Diabetes*. 1999. Vol. 48, No. 12. P. 2398-2406. <https://doi.org/10.2337/diabetes.48.12.2398>.
29. Bury K., Śmietański M. Five-year results of a randomized clinical trial comparing a polypropylene mesh with a poliglecaprone and polypropylene composite mesh for inguinal hernioplasty Hernia // *Randomized Controlled Trial*. 2012. Vol. 16, No. 5. P. 549-555. <https://doi.org/10.1007/s10029-012-0916-3>.
30. Janine A.H. Resistant starch: metabolic effects and potential health benefits // *Journal of AOAC INTERNATIONAL*. 2004. Vol. 87, No. 3. P. 761-768. <https://doi.org/10.1093/jaoac/87.3.761>.
31. Fuchs-Tarlovsky V. Role of antioxidants in cancer therapy / V. Fuchs-Tarlovsky // *Nutrition*. 2013. Vol. 29, No. 1. P. 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2012.02.014>.
32. Resistant starch analysis of commonly consumed potatoes: Content varies by cooking method and service temperature but not by variety / S.K. Raatz [et al.] // *Food chemistry*. 2016. Vol. 208. P. 297-300. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.120>.
33. Hodge J.E. Dehydrated Foods, Chemistry of Browning Reactions in Model Systems // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1953. Vol. 15, No. 1. P. 928-943. <https://doi.org/10.1021/jf60015a004>.
34. Ellis O.P. The maillard Reaction // *Advances in Garbonhydrate Ghemistry*, New York, Acad Press Inc. 1959. Vol. 14. P. 63-134.
35. The effect of heat treatment on the organoleptic properties of dry skim milk / I.M. Pochitskaya [et al.] // *News of Higher Educational Institutions. Food Technology*. 2018. No. 5/6. P. 48-53. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2018.5-6.12>. [In Russ.]
36. Modeling the interaction of reducing sugars with amino acids using the density functional theory method / I.M. Pochitska [et al.] // *Problems of development of the regional agro-industrial complex*. 2019. Vol. 37, No. 1. P. 243-251. [In Russ.]
37. Litvyak V., Sysa A. A., Batyan V. Kravchenko Features of the formation of taste sensations // *Ukrainian Food Journal*. 2019. Vol. 8, No. 3. P. 597-619. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2019-8-3-15>.
38. Atlas: Hierarchical structure of protein substances / V.V. Litvyak [et al.]. Moscow: FLINTA, 2023. 297 p. ISBN 978-5-9765-5238-8. [In Russ.]

### Информация об авторах / Information about the authors

**Шилов Валерий Викентьевич**, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологической медицины и радиобиологии «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета 220070, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Долгобродская, д. 23/1, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2716-4182>; e-mail: [valery.shilov@gmail.com](mailto:valery.shilov@gmail.com)

**Литвяк Владимир Владимирович**, доктор технических наук, кандидат химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник ВНИИ крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», 140051, Российская Федерация, пос. Красково, Люберецкий р-н, Московская обл., ул. Некрасова, д. 11, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1456-9586>; e-mail: [besserk1974@mail.ru](mailto:besserk1974@mail.ru), [vniik@arrisp.ru](mailto:vniik@arrisp.ru)

**Журня Анна Александровна**, кандидат технических наук, начальник отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; 220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, д. 29, e-mail: [nurka8899@mail.ru](mailto:nurka8899@mail.ru)

**Росляков Юрий Федорович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пищевой инженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»; 350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1431-4804>; e-mail: [lizaveta\\_ros@mail.ru](mailto:lizaveta_ros@mail.ru)

**Окулова Татьяна Витальевна**, научный сотрудник отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», 220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29; e-mail: [okulowa147@mail.ru](mailto:okulowa147@mail.ru)

**Мазур Анатолий Макарович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологий и механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»; 220012, Республика Беларусь, г. Минск, пр-т Независимости, 99

**Valery V. Shilov**, PhD (Biol.), Associate Professor, the Department of Environmental Medicine and Radiobiology, A.D. Sakharov International State Ecological Institute, the Belarusian State University; 220070, the Republic of Belarus, Minsk, 23/1, Dolgobrodskaya St., 23/1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2716-4182>; e-mail: [valery.shilov@gmail.com](mailto:valery.shilov@gmail.com)

**Vladimir V. Litvyak**, Dr Sci. (Eng.), PhD (Chem.), Associate Professor, Leading Researcher, All-Russian Research Institute of Starch and Processing of Starch-Containing Raw Materials A.G. Lorkh; 140051, Russian Federation, village Kraskovo, Lyuberetsky district, Moscow region, Nekrasova str., 11, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1456-9586>; e-mail: [besserk1974@mail.ru](mailto:besserk1974@mail.ru), [vniik@arrisp.ru](mailto:vniik@arrisp.ru)

**Anna A. Zhurnya**, PhD (Eng.), Head of the Nutrition Department, the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center for Food of the National Academy of Sciences of Belarus”; 220037, the Republic of Belarus, Minsk, 29 Kozlov St., e-mail: [nurka8899@mail.ru](mailto:nurka8899@mail.ru)

**Yuri F. Roslyakov**, Dr Sci. (Eng.), Professor, the Department of Food Engineering, Kuban State Technological University; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Moskovskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1431-4804>; e-mail: [lizaveta\\_ros@mail.ru](mailto:lizaveta_ros@mail.ru)

**Tatiana V. Okulova**, Researcher, the Nutrition Department, Scientific and Practical Center for Food of the National Academy of Sciences of Belarus, 29 Kozlov St., Minsk, 220037, the Republic of Belarus; e-mail: [okulowa147@mail.ru](mailto:okulowa147@mail.ru)

**Anatoly M. Mazur**, Dr Sci. (Eng.), Professor, the Department of Technologies and Mechanization of Animal Husbandry and Processing of Agricultural Products, the Belarusian State Agrarian Technical University; 220012, the Republic of Belarus, Minsk, 99 Nezavisimosti Ave

#### **Заявленный вклад соавторов**

Шилов Валерий Викентьевич – выдвинул идею проведения исследования, осуществлял планирование эксперимента, участвовал в подборе литературных источников и подборе методов исследования

Литвяк Владимир Владимирович – осуществлял планирование эксперимента, участвовал в подборе литературных источников, оформлял статью по требованию журнала

Журня Анна Александровна – проведение эксперимента, валидация данных.

Росляков Юрий Федорович – оформлял статью по требованию журнала, участвовал в подборе литературных источников

Окулова Татьяна Витальевна – проведение эксперимента, валидация данных  
Мазур Анатолий Макарович – участвовал в подборе литературных источников, участвовал в написании статьи, проводил проверку правильности полученных результатов

#### **Claimed contribution of the co-authors**

Shilov V.V. – the idea of the research, planning the experiment, selection of literary sources and the selection of the research methods

Litvyak V.V. – planning the experiment, selection of literary sources, article design according to the requirements of the Journal

Zhurnya A.A. – conducting the experiment, validating the data

Roslyakov Yu.F. – article design according to the requirements of the Journal, selection of literary sources

Okulova T.V. – conducting the experiment, validating the data

Mazur A.M. – selection of literary sources, writing the article, correcting of the obtained results

Поступила в редакцию 14.04.2025

Поступила после рецензирования 16.05.2025

Принята к публикации 19.05.2025

Received 14.04.2025

Revised 16.05.2025

Accepted 19.05.2025



## Отзывчивость гибридов кукурузы Краснодарский 291 АМВ и Краснодарский 385 МВ на внесение удобрений

Н.И. Мамсиров✉, Д.А. Жиров, И.Ю. Малич

*ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»,  
г. Майкоп, Российская Федерация,  
✉mur.urup@mail.ru*

**Аннотация. Введение.** Область использования кукурузного зерна очень велика. Однако наиболее важным направлением ее применения является использование в качестве кормовой культуры во всех отраслях животноводства, в том числе, в птицеводстве. Первостепенная задача при выращивании кукурузы – реализовать потенциал урожая, в том числе путем оптимизации питания и защиты растений от неблагоприятных погодных условий. Для этого необходимо знать принципы правильного выбора участка и разработать рациональную стратегию внесения минеральных удобрений. **Цель исследования.** В 2023-2024 годах на выщелоченных черноземах АО «Рассвет» Усть-Лабинского района Краснодарского края проведены исследования с целью установления оптимальной дозы применения минерального питания при возделывании кукурузы – среднераннего гибрида Краснодарский 291 АМВ и среднеспелого гибрида Краснодарский 385 МВ. **Методы.** Полевые опыты были заложены согласно Методике полевого опыта по Б.А. Доспехову [3, с. 230-245]. **Результаты.** Исследованиями установлено, что в условиях 2023 года изучаемые растения реализовали свой продуктивный потенциал достигнув урожайности в пределах 5,11 т/га по гибриду Краснодарский 291 АМВ, и 7,32 т/га по гибриду Краснодарский 385 МВ. Анализируя климатические условия 2024 года, необходимо отметить, что аномальные температурные условия до 41-43°C при полном отсутствии атмосферных осадков в июле-августе, сильно повлияли на урожайность гибридов кукурузы. Так, по среднераннему гибриду Краснодарский 291 АМВ сформировано 2,67-3,03 т/га (при 2,39 т/га на контрольном варианте), а по среднеспелому гибриду Краснодарский 385 МВ урожайность достигала 4,33-5,26 т/га (при 3,40 т/га на контрольном варианте). **Заключение.** Анализ эффективности производства зерна кукурузы показал, что в среднем за 2023-2024 гг. среднеспелый гибрид Краснодарский 385 МВ отзывчив на удобрения и дают наиболее высокую рентабельность производства продукции – 53,9-65,2%. По среднераннему гибриду Краснодарский 291 АМВ она была крайне низкой – 0,6-9,6%, ввиду отрицательной рентабельности в 2024 году.

**Ключевые слова:** гибрид, кукуруза, площадь листовой поверхности, количество початков, длина початка, масса 1000 зерен, чернозем выщелоченный, минеральные удобрения, структура урожая, урожайность, экономическая эффективность, рентабельность

**Для цитирования:** Мамсиров Н.И., Жиров Д.А., Малич И.Ю. Отзывчивость гибридов кукурузы Краснодарский 291 АМВ и Краснодарский 385 МВ на внесение удобрений. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):140-151. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-140-151>

## Krasnodarskiy 291 AMR and Krasnodarskiy 385 MR corn hybrids response to fertilizer application

N.I. Mamsirov✉, D.A. Zhirov, I.Yu. Malich

Maykop State Technological University,  
Maikop, the Russian Federation,  
✉nur.urup@mail.ru

**Abstract. Introduction.** The scope of application of corn grain is very wide. However, the most important area of its application is the use as a forage crop in all branches of animal husbandry, including poultry farming. The primary task in growing corn is to realize the yield potential by optimizing nutrition and protecting plants from adverse weather conditions. To do this, it is necessary to know the principles of the correct site selection and develop a rational strategy for applying mineral fertilizers. **The goal of the research.** In 2023-2024s studies were conducted on leached chernozems of JSC Rassvet, the Ust-Labinsk district, the Krasnodar Territory, to establish the optimal dose of mineral nutrition in the cultivation of corn - mid-early hybrid Krasnodarskiy 291 AMR and mid-season hybrid Krasnodarskiy 385 MR. **The methods.** Field experiments were laid out according to the Methodology of field experiment according to B.A. Dospikhov [3, pp. 230-245]. **The results.** The studies have established that under the conditions of 2023, the studied plants realized their productive potential, achieving a yield of 5.11 t / ha for the Krasnodarskiy 291 AMR hybrid, and 7.32 t / ha for the Krasnodarskiy 385 MR hybrid. Analyzing the climatic conditions of 2024, it should be noted that the abnormal temperature conditions of up to 41-43 ° C in the complete absence of precipitation in July-August greatly affected the yield of corn hybrids. Thus, for the mid-early hybrid Krasnodarskiy 291 AMR, 2.67-3.03 t / ha were formed (with 2.39 t / ha in the control variant), and for the mid-season hybrid Krasnodarskiy 385 MR, the yield reached 4.33-5.26 t / ha (with 3.40 t / ha in the control variant). **The conclusion.** The analysis of the efficiency of corn grain production has shown that, on average, for 2023-2024, the mid-season hybrid Krasnodarskiy 385 MR is responsive to fertilizers and provides the highest profitability of production - 53.9-65.2%. For the mid-early hybrid Krasnodarskiy 291 AMR, it is extremely low - 0.6-9.6%, due to negative profitability in 2024.

**Keywords:** hybrid, corn, leaf surface area, number of cobs, cob length, weight of 1000 grains, leached chernozem, mineral fertilizers, crop structure, yield, economic efficiency, profitability

**For citation:** Mamsirov N.I., Zhirov D.A., Malich I.Yu. Krasnodarskiy 291 AMR and Krasnodarskiy 385 MR corn hybrids response to fertilizer application. *Novye tehnologii / New technologies*. 2025; 21(2): 140-151. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-140-151>

**Введение.** Кукуруза является одной из важнейших зерновых культур и занимает третье место в мире по посевной площади, уступая только пшенице и рису. Занимает лидирующие позиции по урожайности зерна [4, с. 166].

Проблема повышения качества зерна актуальна в условиях современного сельскохозяйственного производства, когда главным элементом выступает вопрос сохранения ресурсов и правильного выбора сортов, и гибридов зерновых культур [7, с. 103; 13, с. 320]. В современных рыночных условиях аграриям необходимы сорта и ги-

бриды, наименее затратные в выращивании и имеющие высокие показатели качества зерна.

Возделывание кукурузы на зерно является первоначальным направлением ее производства. С этой целью выращивалась кукуруза, были проведены тысячи лет работы по улучшению качественных показателей. В настоящее время развитие сельскохозяйственной технологии производства кукурузы направлено на создание форм и сортов кукурузы, обеспечивающих получение наивысшего урожая зерна желаемого и регулируемого качества для пище-

вых и кормовых целей, а также для промышленной переработки [14, с. 152].

Для выращивания зерна выбираются сорта или гибриды кукурузы, которые в аналогичных природных условиях в сочетании с целенаправленными агротехническими приемами способны завершить весь цикл развития – от посева до формирования и созревания семян. Ведущим фактором здесь является продолжительность вегетации кукурузы и границы вегетации [6, с. 40].

Однако выбор сорта или гибрида зависит от климатических и погодных условий, особенно количества и распределения осадков и тепла во времени: свойств почвы, в особенности, ее плодородия и экономических условий (затраты рабочей силы, механизации, химикатов, объемов животноводства, размеров и направления выращивания и т. д.). При оценке конкретного сорта или гибрида в соотношении с его требованиями к агротехнике, необходимо учитывать экономические показатели производства [10, с. 29]. По экономическим соображениям необходимо подобрать для этих условий сорт или гибрид, наиболее отвечающий требованиям трудоемкости, имеющегося в хозяйстве севооборота [9, с. 135].

Технологические особенности также влияют на выбор сорта или гибрида. При их выборе необходимо учитывать местные условия, влияющие на изменение характеристик сорта или гибрида: например, тем-

пература и влажность могут изменять продолжительность каждой фазы развития [17, с. 225]. Поэтому при выборе сорта или гибрида необходимо хорошо знать весь сортимент, реакцию всех сортов или гибридов на условия среды и возможность изменения свойств сорта под влиянием этих факторов [15, с. 72].

**Цель исследования.** Основная цель исследования заключалась в установлении оптимальной дозы минерального удобрения при возделывании среднераннего гибрида кукурузы Краснодарский 291 АМВ и среднеспелого гибрида Краснодарский 385 МВ (рис. 1-2).

**Методы исследования.** Исследования проводились в 2023-2024 гг. на выщелоченных черноземах АО «Рассвет» Усть-Лабинского района Краснодарского края согласно Методике полевого опыта по Б.А. Доспехову [3, с. 61-62]. Учетная площадь делянки – 100 м<sup>2</sup>. Повторение – 4-хкратное, с рендомизированным размещением вариантов. Схема опыта включала 6 вариантов уровня минерального питания: 1. Без удобрений. 2. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub>. 3. N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub>. 4. N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>30</sub>. 5. N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>30</sub>. 6. N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>30</sub>.

**Результаты.** Если кукуруза не предъявляет высоких требований к своему предшественнику, то почва с оптимальными водными и воздушными условиями и обеспеченностью питательными веществами ей необходима [12, с. 38].



**Рис. 1.** Гибрид кукурузы Краснодарский 291 АМВ

**Fig. 1.** Krasnodarskiy 291 AMR corn hybrid



**Рис. 2.** Гибрид кукурузы Краснодарский 385 МВ

**Fig. 2.** Krasnodarskiy 385 MR corn hybrid

В ходе эксперимента с минеральными удобрениями листовая поверхность формировалась непосредственно в зависимости от степени питания, однако характерной особенностью было то, что при использовании N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>30</sub> листовая поверхность гибридов увеличивалась по всем параметрам (табл. 1).

Анализируя табличные данные, можно отметить, что площадь листовой поверхности гибридов кукурузы в 2023 году интенсивно увеличивалась по мере повышения доз минерального питания. Так, для гибрида Краснодарский 291 АМВ этот показатель был в пределах 37,9-42,5 тыс. м<sup>2</sup>/га или на 8,3-21,4% выше контрольного варианта, а для гибрида Краснодарский 385 МВ в пределах 44,1-50,3 тыс. м<sup>2</sup>/га или 13,1-28,9% к контролю. В условиях 2024 года соответственно по гибридам получено 29,7-35,3 тыс. м<sup>2</sup>/га или на 14,2-35,8% и 34,7-41,4 тыс. м<sup>2</sup>/га или 14,9-37,1% выше контрольного варианта.

Максимальной величины площадь листовой поверхности гибридов кукурузы Краснодарский 291 АМВ и Краснодарский 385 МВ достигала в фазу «цветение» и на некоторое время оставалась стабильной. В онтогенезе кукурузы данный период характеризуется максимальной суммарной интенсивностью процесса фотосинтеза, сопровождающейся предельным накоплением сухого вещества в единицу времени. В опыте отмечалось, что вслед за этим процессом площадь листьев изучаемых гибридов кукурузы стала уменьшаться за счет отмирания листьев нижних ярусов. Это было наиболее заметно в условиях 2024 года по среднераннему гибриду Краснодарский 291 АМВ, цветение которого пришлось именно на жесткие условия летней засухи. В то же время необходимо отметить, что среднеспелый гибрид Краснодарский 385 МВ оказался наиболее устойчивым к засушливым и высоким температурным условиям.

**Таблица 1.** Площадь листовой поверхности и чистая продуктивность фотосинтеза гибридов кукурузы в зависимости от уровня минерального питания (2023-2024 гг.)  
**Table 1.** Leaf area and net photosynthetic productivity of corn hybrids depending on the level of mineral nutrition (2023-2024)

Уровень минерального питания	Гибрид	Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га		Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> *сутки	
		2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.
Без удобрений	Краснодарский 291 АМВ	35,0	26,0	8,17	5,51
	Краснодарский 385 МВ	39,0	30,2	7,14	6,06
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	Краснодарский 291 АМВ	37,9	29,7	8,54	5,78
	Краснодарский 385 МВ	44,1	34,7	8,39	6,72
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	Краснодарский 291 АМВ	39,0	31,3	8,67	5,99
	Краснодарский 385 МВ	45,5	36,0	8,73	7,11
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub>	Краснодарский 291 АМВ	40,1	33,1	8,81	6,08
	Краснодарский 385 МВ	47,0	38,1	9,09	7,23
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub>	Краснодарский 291 АМВ	41,3	34,6	8,96	6,98
	Краснодарский 385 МВ	48,6	39,9	9,49	7,76
N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>30</sub>	Краснодарский 291 АМВ	42,5	35,3	9,12	7,12
	Краснодарский 385 МВ	50,3	41,4	9,89	8,03

Большая чистая продуктивность фотосинтеза, естественно, была получена в условиях 2023 года: так, у среднераннего гибрида Краснодарский 291 АМВ она была в пределах 8,54-9,12 г/м<sup>2</sup>\*сутки, а для среднеспелого гибрида Краснодарский 385 МВ чистая продуктивность фотосинтеза была в пределах 8,39-9,89 г/м<sup>2</sup>\*сутки. Данные, полученные в 2024 году, показывают, что чистая продуктивность фотосинтеза гибридов кукурузы была на порядок ниже: 5,78-7,12 г/м<sup>2</sup>\*сутки (на 21,9-32,3% меньше показателей 2023 г.) и 6,72-8,03 г/м<sup>2</sup>\*сутки (на 18,8-19,9% меньше показателей 2023 г.) соответственно по гибридам.

В ходе эксперимента с минеральными удобрениями были получены результаты, подтверждающие, что при улучшении режима питания растений кукурузы количество початков увеличивается и снижается количество бесплодных растений у обоих гибридов (табл. 2).

В опыте 2023 года отмечена абсолютно одинаковая длина початка обоих гибридов – от 18,0 до 19,3 см; в 2024 году – от 12,7 до 14,3 см. Количество зерен в початке также в 2023 году увеличивалась более интенсивно при повышении доз удобрений: у гибрида Краснодарский 291 АМВ – в пределах 237,0-252,9 штук, а у гибрида Краснодарский 385 МВ – 297,7-317,6 штук. В 2024 году этот показатель был намного ниже, чем в предыдущем вегетационном году: 142,4-162,8 штук и 199,4-267,8 штук соответственно по гибридам. Масса 1000 зерен в 2023 году находилась в пределах 249,2-265,9 и от 292,7-312,2 г, а в 2024 году – 231,8-244,6 и 275,1-287,2 г соответственно по гибридам.

Для среднеспелого гибрида Краснодарский 291 АМВ на варианте с внесением первой дозы минерального удобрения N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> прибавка сухого вещества составила 17,7 ц/га (или 15,6%) в сравнении с вариантом без внесения удобрений (контроль). В особенности, значимую прибавку сухого вещества к контролю получили на

этом же варианте у среднеспелого гибрида Краснодарский 385 МВ – 27,4 ц/га или 24,4%.

Сравнивая друг с другом дозы минеральных удобрений, можно констатировать следующее: при внесении доз N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> и N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>30</sub> соотношение сухого вещества у среднеспелого гибрида Краснодарский 291 АМВ увеличивается до 3,4 и 8,4 ц/га соответственно. При использовании доз N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>30</sub> и N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>30</sub> содержание сухого вещества увеличивается до 14,6 и 20,1 ц/га соответственно в сравнении контрольным вариантом.

В климатических условиях 2023 года внесенная доза минерального удобрения N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> при возделывании среднеспелого гибрида Краснодарский 291 АМВ обеспечила прибавку в 3,7%. При внесении дозы азота 30 и 60 кг/га они обычно давали прибавку на 4,8-9,1% или 4-8,4%, но не более, чем при внесении прибавки N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>30</sub> и N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>30</sub>, где-то прибавка составила в среднем 10,7-13,1% или 9,8-12%. Для среднеспелого гибрида Краснодарский 385 МВ – 15,8-38,5 початков, а для среднепозднего гибрида Краснодарский 425 МВ – 24-51,9 початков. При условии увеличения доз применения минеральных удобрений, в частности, фосфорных, количество формируемых початков на 100 растений возрастает на фоне азотно-калийных удобрений и приближается к биологическому потенциалу кукурузы любой группы спелости.

Кукуруза – сравнительно засухоустойчивая культура, но она поглощает из почвы большое количество воды [1, с. 25]. Решающее значение для формирования полноценного урожая имеет достаточная влагообеспеченность кукурузы в критический период. Таковым в онтогенезе растений кукурузы считается период за 10 дней до цветения, период цветения и 20 дней после периода цветения. Этот промежуток времени считается наиболее значимым и основным для формирования полноценного урожая зерна [5, с. 65; 16, с. 10].

**Таблица 2.** Влияние доз минерального удобрения на индивидуальную продуктивность гибридов кукурузы в опыте, шт./100 растений (среднее за 2023-2024 гг.)  
**Table 2.** The effect of mineral fertilizer doses on individual productivity of corn hybrids in the experiment, pcs/100 plants (average for 2023-2024)

Доза минерального удобрения	Наименование гибрида	Число початков, шт.		Длина початка, см		Число зерен в початке, шт.		Масса зерна с 1 початка, г.		Масса 1000 зерен, г		Урожайность, т/га				
		2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2024	2023	средняя
		Без удобрений	Краснодарский 291 АМВ	108,7	54,3	18,0	12,7	207,5	112,3	50,4	31,3	242,8	223,4	4,21	2,39	3,30
	Краснодарский 385 МВ	153,2	75,4	18,0	13,5	260,6	186,1	74,3	53,1	285,2	265,1	5,43	3,40	4,42		
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	Краснодарский 291 АМВ	112,4	61,2	18,0	13,1	237,0	142,4	59,1	39,1	249,2	231,8	4,57	2,67	3,62		
	Краснодарский 385 МВ	169,0	84,9	18,0	13,6	297,7	199,4	87,1	67,5	292,7	275,1	6,47	4,33	5,38		
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	Краснодарский 291 АМВ	113,5	69,8	19,1	13,2	239,9	144,7	60,5	40,3	252,2	252,2	4,61	2,70	3,66		
	Краснодарский 385 МВ	174,6	89,0	19,1	14,0	301,4	212,0	89,3	69,9	296,3	288,3	6,59	4,64	5,62		
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub>	Краснодарский 291 АМВ	117,8	73,7	19,3	13,3	240,7	148,6	60,9	49,8	253,0	245,1	4,79	2,72	3,76		
	Краснодарский 385 МВ	184,2	97,4	19,3	14,1	302,3	232,5	89,8	69,5	297,2	272,4	7,23	5,11	6,17		
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub>	Краснодарский 291 АМВ	119,4	75,6	19,2	14,0	247,7	157,5	64,5	44,1	260,4	239,6	4,92	2,94	3,93		
	Краснодарский 385 МВ	187,3	101,1	19,2	14,1	311,1	241,0	95,1	75,2	305,8	284,4	6,83	4,79	5,81		
N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>30</sub>	Краснодарский 291 АМВ	121,8	79,9	19,2	14,0	252,9	162,8	67,2	47,4	265,9	244,6	5,11	3,03	4,07		
	Краснодарский 385 МВ	191,7	124,3	19,2	14,3	317,6	267,8	99,2	79,4	312,2	287,2	7,32	5,26	6,29		

Метеорологические условия 2024 года сложились крайне неблагоприятно для роста и развития изучаемых гибридов кукурузы. Посев семян осуществлялся в оптимальные для равнинной зоны сроки (III декада апреля). В мае атмосферных осадков выпадало ниже нормы на 16,3 мм, среднемесячная температура при этом превышала норму на 4,5°C. В дальнейший период вегетации растений кукурузы (июнь) количество осадков составило 77,6 мм (меньше нормы на 3,4 мм) средняя температура воздуха была выше нормы на 3,6°C. В наиболее активный период водопотребления кукурузы «цветение - налив зерна» (июль-август) осадков выпало ниже нормы: в июле на 42,6 мм, в августе на 37,0 мм, превышение среднемесячных температур составило 3,0°C и 4,3°C.

Влага – один из важнейших факторов роста и развития любого растений. Кукуруза – относительно засухоустойчивое растение, уступает лишь только сорго, суданской траве и просу [2, с. 7]. Она экономно использует влагу почвы для образования органического вещества, о чем можно судить по коэффициенту транспирации. Для производства 1,0 кг сухого вещества растению кукурузы необходимо 349 литров воды.

Количество продуктивной влаги в 2024 году в фазу полного цветения кукурузы в слое почвы 0-60 см было очень низким и составило 3,9 мм. В фазу полного цветения растений-налива зерна кукурузы – запасы влаги в слое 0-60 см составили 0 мм.

Недостаток влаги в почве в период максимального водопотребления, особенно в сочетании с воздушной засухой, приводит к увяданию растений, снижению активности фотосинтеза, преждевременному подсыханию листьев, нарушению оплодотворения и формирования зерна [8, с. 12]. При увядании растений в течение 1-2 дней во время цветения урожай снижается на 20%, 6-8 дней – на 50%. Недостаток влаги в фазе молочной спелости часто является причиной преждевременного прекращения

налива зерна, формирования мелкого зерна в верхней части початка и, как правило, снижения урожайности [11, с. 82].

Кукуруза дает хорошие результаты в годы, когда за июль – август выпадает не менее 200 мм осадков, и при хороших запасах влаги в почве (не менее 100 мм) – с преобладанием осадков в период цветения культуры. Наивысшая потребность в воде у кукурузы в июле-августе, желательно 100 мм осадков в месяц. Высокоурожайные гибриды используют от 406 до 635 мм влаги [7, с. 105]. Однако в условиях опыта урожайность зерна гибридов Краснодарский 291 АМВ и Краснодарский 385 МВ в 2024 году была крайне низкой ввиду вышеуказанных неблагоприятных климатических условий июля-августа текущего года.

Для среднеспелого гибрида Краснодарский 291 АМВ в исследованиях 2024 года была достигнута крайне низкая урожайность зерна на контрольном варианте на уровне 2,39 т/га. С внесением N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> урожайность зерна на уровне 2,67 т/га (+10,4%), незначительно возрастает в сравнении с контролем ввиду недостаточной влажности почвы. При внесении туков в дозе N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> прибавка урожая растет до 2,70 т/га (+11,5%), в дозе N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>30</sub> растет до 2,72 т/га (+13,8%), в дозе N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>30</sub> до 2,94 т/га (+18,7%), но надо отметить, что при внесении дозы N<sub>60</sub>P<sub>120</sub>K<sub>30</sub> достигает максимума 3,03 т/га (+21,1 т/га). В сравнении с показателями 2024 года урожайность гибрида Краснодарский 291 АМВ в 2023 году была больше на 1,90-2,11 т/га, а гибрида Краснодарский 385 МВ – на 1,95-2,14 т/га.

Установлено, что внесение доз минеральных удобрений от N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> до N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>30</sub> способствует увеличению накопления сухого вещества: для гибрида Краснодарский 291 АМВ – 37,9-42,5 тыс. м<sup>2</sup> или на 8,3-21,4%, для гибрида Краснодарский 385 МВ – 44,1-50,3 тыс. м<sup>2</sup> или 13,1-28,9% к контролю. Количество зерен в початке также увеличивается при повышении доз удобрений: у гибрида Краснодарский 291 АМВ – 237,0-

252,9 штук, у гибрида Краснодарский 385 МВ – 297,7-317,6 штук. Масса 1000 зерен от 249,2 до 265,9 и от 292,7 до 312,2 штук соответственно по гибридам. Следовательно, повышение азота от 60 кг/га до 90 кг/га на фоне фосфорно-калийных удобрений не оправдывается значительной прибавкой урожая зерна.

Как показывает оценка экономической эффективности применения минеральных удобрений при выращивании гибридов ку-

курузы Краснодарский 291 АМВ, уровень рентабельности в аномальных условиях 2024 года оказался отрицательным, а в среднем за 2023-2024 гг. этот показатель был в пределах 0,6-10,0%. При выращивании гибрида Краснодарский 385 МВ максимальная рентабельность получена на вариантах N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>30</sub> – 65,2% и N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>30</sub> – 64,1% (табл. 3). При этом производственные затраты на этих вариантах составили 44,8 и 46,0 тыс. руб./га.

**Таблица 3.** Экономическая оценка производства зерна гибридов кукурузы в зависимости от уровня минерального питания, (2023-2024 гг.)

**Table 3.** Economic assessment of corn hybrids grain production depending on the level of mineral nutrition (2023-2024)

Показатели	Наименование гибрида	Без удобрений	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>30</sub>
Урожайность, т/га	Краснодарский 291 АМВ	3,30	3,62	3,66	3,76	3,93	4,07
	Краснодарский 385 МВ	4,42	5,38	5,62	6,17	5,81	6,29
Стоимость урожая зерна, тыс.руб.	Краснодарский 291 АМВ	39,6	43,4	43,9	45,1	47,7	48,8
	Краснодарский 385 МВ	53,0	64,6	67,4	74,0	69,7	75,5
Затраты, тыс.руб.	Краснодарский 291 АМВ	36,0	39,6	41,3	44,8	45,3	46,0
	Краснодарский 385 МВ	36,0	39,6	41,3	44,8	45,3	46,0
Условный чистый доход, тыс.руб.	Краснодарский 291 АМВ	3,6	3,8	2,6	0,3	2,4	2,8
	Краснодарский 385 МВ	17,0	25,0	26,1	29,2	24,4	29,5
Себестоимость, руб./ц	Краснодарский 291 АМВ	1090,9	1093,9	1128,4	1191,4	1152,6	1130,2
	Краснодарский 385 МВ	814,4	736,0	734,8	726,0	779,6	731,3
Рентабельность, %	Краснодарский 291 АМВ	10,0	9,6	6,3	0,6	5,3	6,1
	Краснодарский 385 МВ	47,2	63,1	63,2	65,2	53,9	64,1

Урожайность гибрида Краснодарский 291 АМВ в 2024 году была крайне низкой за счет отсутствия продуктивной влаги в почве и высоких температурных условий в момент формирования генеративных органов от 2,64 до 3,03 т/га, что говорит о том, что минеральные удобрения «не сработали» должным образом. Естественно, при выращивании гибрида кукурузы Краснодарский 291 АМВ уровень рентабельности оказался отрицательным в этом, отдельно взятом, году. В среднем по расчетам за 2023-2024 гг. при выращивании гибрида Краснодарский 291 АМВ условно чистый доход на вариантах с внесением минерального удобрения составил 0,3-3,8 тыс. руб./га, при уровне производственной рентабельности 0,6-9,6%. При выращивании гибрида кукурузы Краснодарский 385 МВ максимальная рентабельность получена на вариантах N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>30</sub> – 65,2% и N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>30</sub> – 64,1%.

**Заключение.** Производство зерна кукурузы на Северном Кавказе имеет свои особенности, тесно связанные с почвенно-кли-

матическими условиями. Так, в условиях длительной засухи и отсутствия атмосферных осадков в 2024 году, именно в критический для растений период (конец июня-начало июля) наиболее сильно пострадали посеы среднераннего гибрида Краснодарский 291 АМВ, где урожайность составила всего лишь 2,39-4,07 т/га. Внесенные минеральные удобрения в разных дозах не дали ощутимого положительного эффекта и «не сработали» на формирование потенциально возможного урожая зерна кукурузы. Что касается среднеспелого гибрида кукурузы Краснодарский 385 МВ, растения успели сформировать генеративные органы, и в фазу налива зерна были отмечены непродолжительные атмосферные осадки, благодаря чему урожайность была несколько выше – 4,21-5,26 т/га. В оптимальные годы по увлажненности и температурному режиму в данной зоне эти гибриды при хорошей удобренности почвы способны формировать высокий и стабильный урожай в пределах 10,3-11,6 т/га и 12,4-14,0 т/га соответственно.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interests

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронин А.Н., Соловиченко В.Д., Никитин В.В. Влияние способа обработки почвы и степени удобренности на урожай и качество зерна кукурузы // Кукуруза и сорго. 2017. № 3. С. 24-28.
2. Эффективность регуляторов роста и минеральных удобрений на пропашных культурах в условиях Ростовской области / Громаков А.А. [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2020. № 3 (41). С. 7-11.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Жиров Д.А., Мамсиров Н.И. Сравнительная оценка гибридов кукурузы // Молодая аграрная наука: материалы Международной научно-практической конференции. Майкоп, 2024. С. 166-170.
5. Технология полосовой обработки почвы под кукурузу на зерно в черноземно-степной зоне Волгоградской области / Иванов В.М [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 2 (62). С. 64-71.

6. Влияние различных систем удобрения на урожайность и качество зерна кукурузы в условиях лесостепной зоны РСО-Алания / Кануков З.Т. [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52, № 2. С. 39-44.
7. Кукуруза в поукосных посевах / Кишев А.Ю. [и др.] // Новые технологии. 2023. Т. 19, № 1. С. 103-110.
8. Мамсиров Н.И., Мнатсаканян А.А. О роли минеральных удобрений и способов основной обработки почвы в формировании продуктивности гибридов кукурузы // Аграрный вестник Урала. 2021. № 9 (212). С. 11-24.
9. Мамсиров Н.И., Мнатсаканян А.А., Малич И.Ю. Оценка эффективности возделывания высокоурожайных и перспективных гибридов кукурузы в Адыгее // Новые технологии. 2020. № 3. С. 134-141.
10. Моисеев А.А., Ивойлов А.В., Власов П.Н. Эффективность удобрений под кукурузу на зерно в лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (138). С. 28-33.
11. Действие регуляторов роста и минеральных удобрений на продуктивность кукурузы на черноземе Ростовской области / Нестеров Д.Н. [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2020. № 5 (158). С. 80-85.
12. Влияние минеральных удобрений на динамику содержания подвижных форм фосфора, калия и серы в черноземе выщелоченном и продуктивность кукурузы в условиях зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья / Ожередова А.Ю. [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. 2022. № 1 (45). С. 37-42.
13. Пахомов В.А., Мамсиров Н.И. Оценка продуктивных качеств позднеспелых гибридов кукурузы // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник докладов по материалам Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), посвященной 60-летию ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ». Майкоп: Адыгейский НИИСХ, 2021. С. 319-325.
14. Пахомов В.А., Мамсиров Н.И., Влах О.С. Экономическая эффективность возделывания среднепоздних гибридов кукурузы в Адыгее // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: материалы VII Международной научно-практической онлайн-конференции. Майкоп, 2022. С. 151-153.
15. Продуктивность кукурузы на зерно в условиях Ростовской области в зависимости от способов и сроков применения минеральных удобрений / Сенин А.В. [и др.] // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (50). С. 70-75.
16. Влияние технологий возделывания полевых культур на агрохимические и физико-химические свойства чернозема выщелоченного в условиях Западного Предкавказья / Слюсарев В.Н. [и др.] // Земледелие. 2024. № 5. С. 9-13.
17. Ivanov V.M., Kubareva A.V. Optimization of innovative strip-till technology of maize cultivation for grain on black soils in steppe zone of Volgograd region // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 2018. Т. 13, No. 3. P. 224-231.

## REFERENCES

1. Voronin A.N., Solovichenko V.D., Nikitin V.V. The effect of soil cultivation method and degree of fertilization on the yield and quality of corn grain // Corn and sorghum. 2017. No. 3. P. 24-28. [In Russ.]
2. Efficiency of growth regulators and mineral fertilizers on row crops in the Rostov region / Gromakov A.A. [et al.] // AgroEcoInfo. 2020. No. 3 (41). P. 7-11. [In Russ.]

3. Dospikhov B.A. Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results. 5th ed., suppl. and revised. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. [In Russ.]
4. Zhirov D.A., Mamsirov N.I. Comparative assessment of corn hybrids // Young agricultural science: materials of the International scientific and practical conference. Maikop, 2024. P. 166-170. [In Russ.]
5. Technology of strip tillage for grain corn in the chernozem-steppe zone of the Volgograd region / Ivanov V.M [et al.] // News of the Lower Volga Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education. 2021. No. 2 (62). P. 64-71. [In Russ.]
6. The influence of various fertilization systems on the yield and quality of corn grain in the forest-steppe zone of the Republic of North Ossetia-Alania / Kanukov Z.T. [et al.] // News of the Gorsk State Agrarian University. 2015. Vol. 52, No. 2. P. 39-44. [In Russ.]
7. Corn in after-harvest crops / Kishev A.Yu. [et al.] // New technologies. 2023. Vol. 19, No. 1. P. 103-110. [In Russ.]
8. Mamsirov N.I., Mnatsakanyan A.A. On the role of mineral fertilizers and methods of primary soil cultivation in the formation of the productivity of corn hybrids // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 9 (212). P. 11-24. [In Russ.]
9. Mamsirov N.I., Mnatsakanyan A.A., Malich I.Yu. Evaluation of the efficiency of cultivation of high-yielding and promising corn hybrids in Adygea // New technologies. 2020. No. 3. P. 134-141. [In Russ.]
10. Moiseev A.A., Ivoylov A.V., Vlasov P.N. Efficiency of fertilizers for grain corn in the forest-steppe of the Middle Volga region // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2016. No. 4 (138). P. 28-33. [In Russ.]
11. The effect of growth regulators and mineral fertilizers on the productivity of corn on the chernozems of the Rostov region / Nesterov D.N. [et al.] // Bulletin of KrasSAU. 2020. No. 5 (158). P. 80-85. [In Russ.]
12. The effect of mineral fertilizers on the dynamics of the content of mobile forms of phosphorus, potassium and sulfur in leached chernozem and corn productivity in the conditions of the unstable moisture zone of the Central Ciscaucasia / Ozheredova A.Yu. [et al.] // Bulletin of the APK of Stavropol. 2022. No. 1 (45). P. 37-42. [In Russ.]
13. Pakhomov V.A., Mamsirov N.I. Evaluation of productive qualities of late-ripening corn hybrids // Agrarian science - for agriculture: collection of reports based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference (with international participation) dedicated to the 60th anniversary of the Adyge Research Institute of Agriculture. Maikop, 2021. P. 319-325. [In Russ.]
14. Pakhomov V.A., Mamsirov N.I., Vlach O.S. Economic efficiency of cultivating mid-late corn hybrids in Adygea // Science, education and innovation for the agro-industrial complex: state, problems and prospects: materials of the VII International scientific and practical online conference. Maikop, 2022. P. 151-153. [In Russ.]
15. Grain corn productivity in the Rostov region depending on the methods and timing of application of mineral fertilizers / Senin A.V. [et al.] // Bulletin of the Don State Agrarian University. 2023. No. 4 (50). P. 70-75. [In Russ.]
16. The influence of field crop cultivation technologies on the agrochemical and physicochemical properties of leached chernozems in the conditions of the Western Ciscaucasia / Slyusarev V.N. [et al.] // Agriculture. 2024. No. 5. P. 9-13. [In Russ.]
17. Ivanov V.M., Kubareva A.V. Optimization of innovative strip-till technology of maize cultivation for grain on black soils in steppe zone of Volgograd region // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 2018. Vol. 13, No. 3. P. 224-231.

### Информация об авторах / Information about the authors

**Мамсиров Нурбий Ильясович**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4581-5505>, e-mail: nur.urup@mail.ru

**Жиров Дмитрий Александрович**, аспирант 2 года обучения по научной специальности 4.1.1 Общее земледелие и растениеводство, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4623-7313>, e-mail: zhirov.d.a.99@gmail.com

**Малич Иван Юрьевич**, аспирант 1 года обучения по научной специальности 4.1.1 Общее земледелие и растениеводство, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6362-7517>, e-mail: malich2017@bk.ru

**Nurbiy I. Mamsirov**, Dr Sci. (Agr.), Associate Professor, Head of the Department of Agricultural Production Technology, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4581-5505>, e-mail: nur.urup@mail.ru

**Dmitry A. Zhirov**, Postgraduate student, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St.; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4623-7313>, e-mail: zhirov.d.a.99@gmail.com

**Ivan Yu. Malich**, Postgraduate student, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya str.; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6362-7517>, e-mail: malich2017@bk.ru

### Заявленный вклад авторов

Жиров Дмитрий Александрович – Проведение эксперимента.

Жиров Дмитрий Александрович, Малич Иван Юрьевич – Подбор литературных источников.

Малич Иван Юрьевич – Оформление статьи по требованиям журнала.

Мамсиров Нурбий Ильясович – Разработка методики исследования, валидация данных.

### Claimed contribution of the authors

Zhirov D.A. – conducting the experiment.

Zhirov D.A., Malich I.Yu. – selection of literary sources.

Malich I.Yu. – article design according to the Journal requirements.

Mamsirov N.I. – development of the research methodology, data validation.

Поступила в редакцию 17.03.2025

Поступила после рецензирования 21.04.2025

Принята к публикации 23.04.2025

Received 17.03.2025

Revised 21.04.2025

Accepted 23.04.2025

Новые технологии / New Technologies, 2025; 21 (2)

***Научное издание***

Рецензируемый научный журнал «Новые технологии/New Technologies»  
Том 21. №2. 2025  
Издательство МГТУ  
385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191  
Бумага Чайка Бумага А. Печать цифровая.  
Гарнитура Times. Усл. п.л. 19,00. Формат 60x84/8. Тираж 500 экз. Заказ 21/2.  
Отпечатано с готового оригинал-макета  
на участке оперативной полиграфии ИП Кучеренко В.О.  
385008, г. Майкоп, ул. Пионерская, 403/33.  
Тел. для справок 8-928-470-36-87.

E-mail: [slv01@yandex.ru](mailto:slv01@yandex.ru)